

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Haruyoshi ONO et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **July 8, 2003**

For: **OPTICAL COMMUNICATION MODULE AND WAVELENGTH LOCKER
MODULE**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

July 8, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

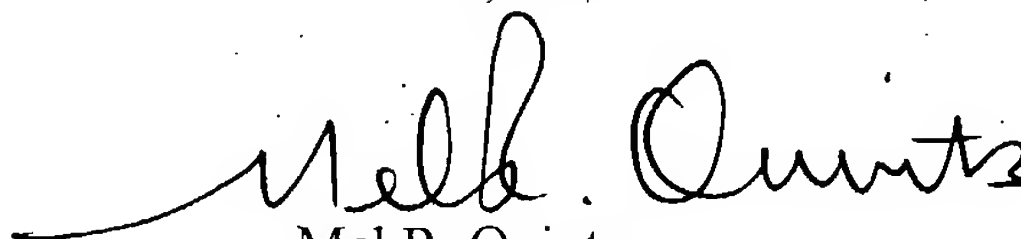
Japanese Appln. No. 2002-200669, filed on July 9, 2002

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,
ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP



Mel R. Quintos
Reg. No. 31,898

Atty. Docket No.: 030824
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
Tel: (202) 659-2930
Fax: (202) 887-0357
MRQ/yap

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: July 9, 2002

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2002-200669
[JP2002-200669]

Applicant(s): FUJITSU QUANTUM DEVICES LIMITED

March 18, 2003

Commissioner,
Patent Office

Shinichiro Ohta (Seal)

Certificate No. 2003-3018381

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-200669

[ST.10/C]:

[JP 2002-200669]

出 願 人

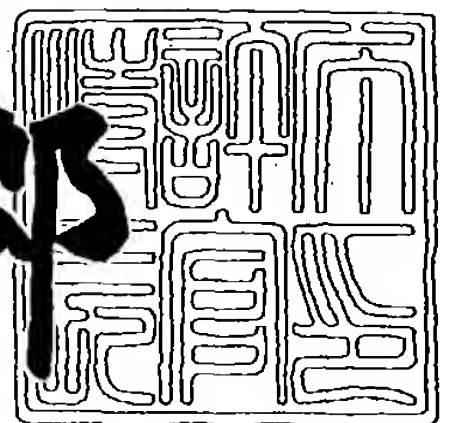
Applicant(s):

富士通カンタムデバイス株式会社

2003年 3月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3018381

【書類名】 特許願

【整理番号】 0200078

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01S 5/026
H01S 5/0687
G05B 1/00

【発明の名称】 光通信モジュール、波長ロッカーモジュール、その設定
値取得装置及び設定値取得方法、並びにそのプログラム
及びそのプログラムを記録した記録媒体

【請求項の数】 24

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原 1 0 0 0 番地 富士
通カンタムデバイス株式会社内

【氏名】 小野 晴義

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原 1 0 0 0 番地 富士
通カンタムデバイス株式会社内

【氏名】 馬場 功

【特許出願人】

【識別番号】 000154325

【氏名又は名称】 富士通カンタムデバイス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100087480

【弁理士】

【氏名又は名称】 片山 修平

【電話番号】 043-351-2361

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 153948

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0203504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信モジュール、波長ロッカーモジュール、その設定値取得装置及び設定値取得方法、並びにそのプログラム及びそのプログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光を出力するレーザ光出力手段と、該レーザ光出力手段の温度を制御する温度制御手段と、該レーザ光出力手段から出力されるレーザ光の出力強度を制御する出力強度制御手段とを有し、前記レーザ光出力手段が温度及び出力強度に依存した波長のレーザ光を出力する光通信モジュールであって

所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度と、前記所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な温度とに基づく設定値を格納する設定値格納手段を有し、

前記温度制御手段及び前記出力強度制御手段は、前記設定値格納手段に格納された前記設定値に基づいて、前記レーザ光出力手段の温度及び出力強度を制御することを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 2】 請求項 1 記載の前記光通信モジュールにおいて、

前記レーザ光出力手段は、波長可変であり、

前記設定値格納手段は、波長毎に前記設定値を格納することを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の前記光通信モジュールにおいて、

前記レーザ光出力手段と前記温度制御手段と前記出力強度制御手段とを複数有することを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の前記光通信モジュールにおいて、

前記温度制御手段は、レーザダイオードが組み込まれるレーザモジュール内部に設けられた温度センサと、前記レーザモジュール内部に設けられた冷熱素子と、前記温度センサで検出される温度が前記設定値を満たすように前記冷熱素子を駆動する温度駆動回路と、を含み、

前記出力強度制御手段は、前記レーザモジュール内部及び／又は外部に設けられたフォトディテクタと、前記レーザダイオードへ駆動電流を入力するレーザ駆動回路と、前記フォトディテクタで検出された出力強度が前記設定値を満たすように前記レーザ駆動回路を制御する出力強度制御回路と、を含むことを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 5】 レーザモジュールのレーザ光を所定波長に維持させる波長ロッカーモジュールであって、

前記レーザモジュールの温度を制御する温度制御手段と、

前記レーザモジュールから出力されるレーザ光の出力強度を制御する出力強度制御手段と、

所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度と、前記所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な温度とに基づく設定値を格納する設定値格納手段と、を有し

前記温度制御手段及び前記強度制御手段は、前記設定値格納手段に格納された前記設定値に基づいて、前記レーザモジュールの温度及び出力強度を制御することで、出力される前記レーザ光を前記所定波長に維持することを特徴とする波長ロッカーモジュール。

【請求項 6】 請求項 5 記載の前記波長ロッカーモジュールにおいて、

前記レーザモジュールは、波長可変レーザを含み、

前記設定値格納手段は、波長毎に前記設定値を格納することを特徴とする波長ロッカーモジュール。

【請求項 7】 請求項 5 又は 6 記載の前記波長ロッカーモジュールにおいて

前記温度制御手段と前記出力強度制御手段とを複数有することを特徴とする波長ロッカーモジュール。

【請求項 8】 請求項 5 から 7 の何れか 1 項に記載の前記波長ロッカーモジュールにおいて、

前記温度制御手段は、レーザモジュール内部に設けられた温度センサに基づい

て前記レーザモジュールの温度をモニタする温度モニタ回路と、前記レーザモジュール内部に設けられた冷熱素子を駆動する冷熱素子駆動回路と、前記温度モニタ回路でモニタされる温度が前記設定値を満たすように前記冷熱素子駆動回路を制御する温度制御回路と、を含み、

前記出力強度制御手段は、前記レーザモジュール内部及び／又は外部に設けられたフォトディテクタと、前記レーザダイオードへ駆動電流を入力するレーザ駆動回路と、前記フォトディテクタで検出された出力強度が前記設定値を満たすように前記レーザ駆動回路を制御する出力強度制御回路と、を含むことを特徴とする波長ロッカーモジュール。

【請求項 9】 レーザモジュールから出力されるレーザ光が所定波長となり、且つ、所定の温度条件と所定の出力強度条件とを満足する設定値を生成するための設定値生成装置であって、

前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度を算出する最適出力強度算出手段と、

前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な温度を算出する最適温度算出手段と、

前記最適出力強度算出手段で算出された前記最適な出力強度と前記最適温度算出手段で算出された前記最適な温度とに基づいて前記設定値を生成する設定値生成手段と、

を有することを特徴とする設定値生成装置。

【請求項 10】 請求項 9 記載の前記設定値生成装置において、

前記レーザモジュールに前記所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係式を特定する関係式特定手段と、

前記関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する出力強度の上限値及び下限値を算出又は特定する出力強度上下限值算出／特定手段と、を有し、

前記最適出力強度算出手段は、前記出力強度上下限值算出／特定手段で算出又は特定された前記出力強度の上限値と下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、

前記最適温度算出手段は、前記関係式特定手段で特定された前記関係式に前記最適出力強度算出手段で算出された前記最適な出力強度を代入して前記最適な温度を算出することを特徴とする設定値生成装置。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 記載の前記設定値生成装置において、
前記レーザモジュールが波長可変であり、前記設定値を全ての所定波長に関して生成することを特徴とする設定値生成装置。

【請求項 1 2】 請求項 9 記載の前記設定値生成装置において、
前記レーザモジュールは、波長可変であり、
前記レーザモジュールに最短の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最短波長関係式を特定する最短波長関係式特定手段と、
前記レーザモジュールに最長の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最長波長関係式を特定する最長波長関係式特定手段と、
前記最短波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の上限値を算出又は特定する出力強度上限値算出／特定手段と、
前記最長波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の下限値を算出又は特定する出力強度下限値算出／特定手段と、を有し、

前記最適出力強度算出手段は、前記出力強度上限値算出／特定手段で特定された前記出力強度の上限値と、前記出力強度下限値算出／特定手段で特定された前記出力強度の下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、

前記最適温度算出手段は、前記最短波長関係式及び／又は前記最長波長関係式に前記最適出力強度算出手段で算出された前記最適な出力強度を代入して前記最短の所定波長及び／又は前記最長の所定波長に関する前記最適な温度を算出し、

前記設定値生成手段は、前記最適な出力強度と、前記最短又は最長の所定波長に関して算出された前記最適な温度とに基づいて、全ての所定波長に関して前記設定値を生成することを特徴とする設定値生成装置。

【請求項 1 3】 請求項 9 から 1 2 の何れか 1 項に記載の前記設定値生成装置において、

前記設定値生成手段で生成された前記設定値を記憶する設定値記憶手段を有し

前記レーザモジュールは、ユニークな識別情報を有し、

前記設定値記憶手段は、前記ユニークな識別情報に対応づけて前記設定値を記憶することを特徴とする設定値生成装置。

【請求項 1 4】 レーザモジュールから出力されるレーザ光が所定波長となり、且つ、所定の温度条件と所定の出力強度条件とを満足する設定値を生成する情報処理装置における設定値生成方法であって、

前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度を算出する最適出力強度算出ステップと、

前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な温度を算出する最適温度算出ステップと、

前記最適出力強度算出ステップで算出された前記最適な出力強度と前記最適温度算出ステップで算出された前記最適な温度とに基づいて前記設定値を生成する設定値生成ステップと、

を有することを特徴とする設定値生成方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 記載の前記設定値生成方法において、

前記レーザモジュールに前記所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係式を特定する関係式特定ステップと、

前記関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する出力強度の上限値及び下限値を算出又は特定する出力強度上下限値算出／特定ステップと、を有し、

前記最適出力強度算出ステップは、前記出力強度上下限値算出／特定ステップで算出又は特定された前記出力強度の上限値と下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、

前記最適温度算出ステップは、前記関係式特定ステップで特定された前記関係式に前記最適出力強度算出ステップで算出された前記最適な出力強度を代入して前記最適な温度を算出することを特徴とする設定値生成方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 記載の前記設定値生成方法において、

前記レーザモジュールが波長可変であり、前記設定値を全ての所定波長に関して生成することを特徴とする設定値生成方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 4 記載の前記設定値生成方法において、

前記レーザモジュールは、波長可変であり、

前記レーザモジュールに最短の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最短波長関係式を特定する最短波長関係式特定ステップと、

前記レーザモジュールに最長の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最長波長関係式を特定する最長波長関係式特定ステップと、

前記最短波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の上限値を算出又は特定する出力強度上限値算出／特定ステップと、

前記最長波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の下限値を算出又は特定する出力強度下限値算出／特定ステップと、を有し、

前記最適出力強度算出ステップは、前記出力強度上限値算出／特定ステップで特定された前記出力強度の上限値と、前記出力強度下限値算出／特定ステップで特定された前記出力強度の下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、

前記最適温度算出ステップは、前記最短波長関係式及び／又は前記最長波長関係式に前記最適出力強度算出ステップで算出された前記最適な出力強度を代入して前記最短の所定波長及び／又は前記最長の所定波長に関する前記最適な温度を算出し、

前記設定値生成ステップは、前記最適な出力強度と、前記最短又は最長の所定波長に関して算出された前記最適な温度とに基づいて、全ての所定波長に関して前記設定値を生成することを特徴とする設定値生成方法。

【請求項 1 8】 請求項 1 4 から 1 7 の何れか 1 項に記載の前記設定値生成方法において、

前記レーザモジュールにユニークな識別情報が付与されており、

前記ユニークな識別情報に対応づけて前記設定値を記憶する設定値記憶ステッ

プを有することを特徴とする設定値生成方法。

【請求項 1 9】 レーザモジュールから出力されるレーザ光が所定波長となり、且つ、所定の温度条件と所定の出力強度条件とを満足する設定値を生成するコンピュータを機能させるためのプログラムであって、

前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度を算出する最適出力強度算出処理と、

前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な温度を算出する最適温度算出処理と、

前記最適出力強度算出処理で算出された前記最適な出力強度と前記最適温度算出処理で算出された前記最適な温度とに基づいて前記設定値を生成する設定値生成処理と、

を前記コンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 2 0】 請求項 1 9 記載の前記プログラムにおいて、

前記レーザモジュールに前記所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係式を特定する関係式特定処理と、

前記関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する出力強度の上限値及び下限値を算出又は特定する出力強度上下限値算出／特定処理と、を前記コンピュータに実行させ、

前記最適出力強度算出処理は、前記出力強度上下限値算出／特定処理で算出又は特定された前記出力強度の上限値と下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、

前記最適温度算出処理は、前記関係式特定処理で特定された前記関係式に前記最適出力強度算出処理で算出された前記最適な出力強度を代入して前記最適な温度を算出することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 1】 請求項 2 0 記載の前記プログラムにおいて、

波長可変な前記レーザモジュールの全ての所定波長に関して前記設定値を生成することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 2】 請求項 1 9 記載の前記プログラムにおいて、

波長可変な前記レーザモジュールに最短の所定波長を維持させるための温度と

出力強度との関係を示す最短波長関係式を特定する最短波長関係式特定処理と、

前記レーザモジュールに最長の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最長波長関係式を特定する最長波長関係式特定処理と、

前記最短波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の上限値を算出又は特定する出力強度上限値算出／特定処理と、

前記最長波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の下限値を算出又は特定する出力強度下限値算出／特定処理と、を前記コンピュータに実行させ、

前記最適出力強度算出処理は、前記出力強度上限値算出／特定処理で特定された前記出力強度の上限値と、前記出力強度下限値算出／特定処理で特定された前記出力強度の下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、

前記最適温度算出処理は、前記最短波長関係式及び／又は前記最長波長関係式に前記最適出力強度算出処理で算出された前記最適な出力強度を代入して前記最短の所定波長及び／又は前記最長の所定波長に関する前記最適な温度を算出し、

前記設定値生成処理は、前記最適な出力強度と、前記最短又は最長の所定波長に関して算出された前記最適な温度とに基づいて、全ての所定波長に関して前記設定値を生成することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 3】 請求項 1 9 から 2 2 の何れか 1 項に記載の前記プログラムにおいて、

前記レーザモジュールに付与されているユニークな識別情報に対応づけて前記設定値を記憶する設定値記憶処理を前記コンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 2 4】 請求項 1 9 から 2 3 の何れか 1 項に記載のプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信モジュール、波長ロッカーモジュール、その設定値取得装置

及び設定値取得方法、並びにそのプログラム及びそのプログラムを記録した記録媒体に関し、特にパワー可変範囲と温度可変範囲とを満足する任意の値を設定値とすることができる光通信モジュール、波長ロッカーモジュール、その設定値取得装置及び設定値取得方法、並びにそのプログラム及びそのプログラムを記録した記録媒体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

現在、光通信分野ではデータ伝送の高速化や大容量化を実現するために厳しい規格が定められている。波長ロッカーモジュール等の波長を安定化させるための光モジュールは、このような規格に適合するための光コンポーネントの1つである。

【 0 0 0 3 】

波長ロッカーモジュールに要求される制御能力は、従来、1波長レーザダイオード（レーザダイオードを以下LDという）に対して、一定条件下で1ポイントのパワー（出力強度ともいう）であった。また近年、多波長チューニングの必要性から、そのパワーに一定の規格幅（パワーマージン）が設定された。

【 0 0 0 4 】

以下に、従来の波長ロッカーモジュールを用いた光波長チューニングについて図面を用いて説明する。

【 0 0 0 5 】

図1は、一般的な波長チューニングによりLDモジュール11の駆動条件を決定する際に用いられる測定系の構成を示すブロック図である。図1を参照すると、この測定系は、LDモジュール11と波長電流モニタ電源101とレーザAPC（Automatic Power Control）電源モニタ装置102とレーザ温度コントロールモニタ装置103と測定制御用コンピュータ120とを含んで構成される。

【 0 0 0 6 】

この構成において、波長電流モニタ電源101は、LDモジュール11内部に設けられた波長モニタ用のフォトディテクタからの波長モニタ信号を入力してL

Dモジュール11内部のLDから出力されるレーザ光の波長を測定する。測定された値は、計測機器制御用GPIB110を介して測定制御用コンピュータ120へ入力される。

【0007】

レーザAPC電源モニタ装置102は、LDモジュール11内部に設けられた出力光のパワーモニタ用のフォトディテクタからのパワーモニタ信号を入力してLDモジュール11のLDから出力されるレーザ光のパワーを測定する。測定された値は、計測機器制御用GPIB110を介して測定制御用コンピュータ120へ入力される。また、レーザAPC電源モニタ装置102は、測定制御用コンピュータ120から入力された指示に従いLDドライブ信号を出力して、LDモジュール11内部のLDから出力されるレーザ光のパワーを制御する。

【0008】

レーザ温度コントロールモニタ装置103は、LDモジュール11内部に設けられた温度センサ（サーミスタ等）からの温度モニタ信号を入力して、LDモジュール11、特にレーザチップ近傍の温度を測定する。測定された値は、計測機器制御用GPIB110を介して測定制御用コンピュータ120へ入力される。また、レーザ温度コントロールモニタ装置103は、測定制御用コンピュータから入力された指示に従い、LDモジュール11内部に設けられたペルチェ素子等へ温度コントロール信号を出力して、LDモジュール11、特に光共振器の温度を制御する。

【0009】

但し、LDモジュール11内部に設けた上記フォトディテクタで検出される波長やパワーは、LDモジュール11の温度が変化するに伴い、実際の値からはずれてゆく。そこで、図1に示す測定系には、LDモジュール11より外部へ出力されたレーザ光の波長及びパワーを測定するための光波長測定器104と光パワー測定器105とが設けられている。

【0010】

光波長測定器104は、LDモジュール11から出力されたレーザ光を入力し、その光波長を測定するフォトディテクタよりなり、光パワー測定器105は、

L D モジュール 1 1 から出力されたレーザ光を入力し、そのパワーを測定するフォトディテクタを含んで構成される。これらで測定された値は、計測機器制御用 G P I B 1 1 0 を介して測定制御用コンピュータ 1 2 0 へ入力される。

【 0 0 1 1 】

次に、測定制御用コンピュータ 1 2 0 による処理手順について、図 2 及び図 3 を用いて説明する。

【 0 0 1 2 】

図 2 を参照すると、測定制御用コンピュータ 1 2 0 は、まず、レーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 に初期温度 T_1 を設定し（ステップ S 1 1）、この温度に基づく A T C (Automatic Temperature Control) 制御をレーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 に開始させる（ステップ S 1 2）。また、レーザ A P C 電源モニタ装置 1 0 2 にパワー可変範囲（パワーマージンに相当）の中心 P_Cent を設定し（ステップ S 1 3）、このパワーに基づく A P C 制御をレーザ A P C 電源モニタ装置 1 0 2 に開始させる（ステップ S 1 4）。

【 0 0 1 3 】

次に、測定制御用コンピュータ 1 2 0 は、波長電流モニタ電源 1 0 1 及び光波長測定器 1 0 4 から入力される測定値に基づいて、初期温度 T_1 における実際の出力光の波長（以下、初期波長という） W_1 を測定し（ステップ S 1 5）、この初期波長 W_1 と目標波長 λ_targ との誤差波長 $\Delta\lambda$ を計算する（ステップ S 1 6）。尚、目標波長 λ_targ の値は予め又はこのステップで測定制御用コンピュータ 1 2 0 にユーザから設定される。また、誤差波長 $\Delta\lambda$ の計算は、以下の式 1 を用いて行われる。

【 0 0 1 4 】

【数 1】

$$\Delta\lambda = \lambda_targ - W_1 \quad \cdots (式1)$$

【 0 0 1 5 】

このように誤差波長 $\Delta\lambda$ を計算すると、測定制御用コンピュータ120は、この誤差波長 $\Delta\lambda$ を補正するための論理上の温度可変量（以下、論理温度可変量という） T_Cal を計算する（ステップS17）。この計算は、以下の式2を用いて行われる。尚、 $\Delta tWstd$ は温度波長係数である。

【0016】

【数2】

$$T_Cal = \frac{\Delta\lambda}{\Delta tWstd} \quad \dots (式2)$$

【0017】

次に、測定制御用コンピュータ120は、計算した論理温度可変量 T_Cal を現在設定している温度（この段階では初期温度 $T1$ ）に加算し、次に設定する温度（以下、設定温度という） T_Set を計算する（ステップS18）。また、測定制御用コンピュータ120は、計算した設定温度 T_Set が温度可変範囲以内であるか否かを判定する（ステップS19）。尚、温度可変範囲とは、上記パワーと同様、規格により定められた範囲である。

【0018】

ステップS19の判定の結果、温度可変範囲以内に含まれていない場合（ステップS19のNo）、測定制御用コンピュータ120は、このLDモジュール11を不良と決定し（ステップS25）、処理を終了する。この際、測定制御用コンピュータ120がLDモジュール11の識別番号と判定結果（不良）とを所定のファイルに保存するように構成するとよい。

【0019】

また、ステップS19の判定の結果、温度可変範囲以内に含まれている場合（ステップS19のYes）、測定制御用コンピュータ120は、レーザ温度コントロールモニタ装置103にステップS18で計算した設定温度 T_Set を設定し（ステップS20）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS21）。

【0020】

次に、測定制御用コンピュータ120は、波長電流モニタ電源101及び光波

長測定器 1 0 4 から入力される測定値に基づいて、設定温度 T_Set におけるチューニング後の実際の出力光の波長（以下、実測波長という） λ_act を測定し（ステップ S 2 2）、この実測波長 λ_act と目標波長 λ_targ との誤差波長 $\Delta\lambda$ を計算する（ステップ S 1 6）。この誤差波長 $\Delta\lambda$ の計算は、以下の式 3 を用いて行われる。

【 0 0 2 1 】

【数 3】

$$\Delta\lambda = \lambda_targ - \lambda_act \quad \cdots (式3)$$

【 0 0 2 2 】

このようにチューニング後の波長誤差 $\Delta\lambda$ を計算すると、測定制御用コンピュータ 1 2 0 は、誤差波長 $\Delta\lambda$ が許容範囲内であるか否かを判定する（ステップ S 2 4）。この判定の結果、測定制御用コンピュータ 1 2 0 は、誤差波長 $\Delta\lambda$ が許容範囲内であればステップ S 2 6 へ移行し、許容範囲外であればステップ S 1 7 へ帰還して以降の処理を繰り返すことで誤差波長 $\Delta\lambda$ が許容範囲内に納まるように制御する。尚、上記フローにおいて、ステップ S 1 5 ～ステップ S 2 4 を波長チューニングルーチン 1 と呼ぶ。

【 0 0 2 3 】

また、ステップ S 2 6 では、目標波長 λ_targ から誤差範囲内にチューニングされた状態時の温度やその他の特性に基づいて設定値を生成する。また、この設定値は、ステップ S 2 7 において LD モジュール 1 1 の識別番号と対応づけられて所定のファイルに保存される。

【 0 0 2 4 】

その後、測定制御用コンピュータ 1 2 0 は、同一の波長ロッカーモジュール内に未チューニングの目標波長 λ_targ があるか否かを判定し（ステップ S 2 8）、これがある場合（ステップ S 2 8 の Yes）、その目標波長 λ_targ を設定し（ステップ S 2 9）、その後、ステップ S 1 5 へ帰還し、上記と同様の処理により、設定値を測定して、これを所定のファイルに保存する。また、未チューニングの目標波長 λ_targ がない場合（ステップ S 2 8 の No）、測定

制御用コンピュータ 1 2 0 は処理を終了する。

【 0 0 2 5 】

以上の処理を経ることで、図 3 (a) に示すように、目標波長 $\lambda_t a r g$ を維持する関数 ($\lambda_C O N S T$) とパワー可変範囲の中心 $P_C e n t$ との交点を制御点 (設定値) とする設定値が特定される。

【 0 0 2 6 】

【発明が解決しようとする課題】

但し、従来技術では、図 3 (a) に示すように、上記の処理で特定された制御点 (設定値) が温度可変範囲内に位置していれば、設定値を特定することが可能であるが、図 3 (b) に示すように、制御点 (設定値) が温度可変範囲外に位置している場合、設定値を特定することが不可能である。即ち、制御点 (設定値) が温度可変範囲外に位置する LD モジュールは、従来、不良品として使用されていなかった。

【 0 0 2 7 】

しかしながら、図 3 (b) に示すように、制御点 (設定値) が温度可変範囲内に位置していなくとも、目標波長 $\lambda_t a r g$ を維持する関数 $\lambda_C O N S T$ が、パワー可変範囲と温度可変範囲との重畳した範囲と交わる場合も存在する。上記従来技術では、このような場合でも、この LD モジュール 1 1 を不良品としていた。このため、LD モジュールの歩留りが低かった。

【 0 0 2 8 】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、歩留りの低下を抑えられる光通信モジュール、波長ロッカーモジュールを提供することを目的とする。更に、本発明は、上記の光通信モジュール、波長ロッカーモジュールを実現するための設定値取得装置及び設定値取得方法、並びにそのプログラム及びそのプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【 0 0 2 9 】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明は、レーザ光を出力するレーザ光出力手段と、該レーザ光出力手段の温度を制御する温度制御手段と、該レーザ光出力手

段から出力されるレーザ光の出力強度を制御する出力強度制御手段とを有し、前記レーザ光出力手段が温度及び出力強度に依存した波長のレーザ光を出力する光通信モジュールであって、所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度と、前記所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な温度とに基づく設定値を格納する設定値格納手段を有し、前記温度制御手段及び前記出力強度制御手段が、前記設定値格納手段に格納された前記設定値に基づいて、前記レーザ光出力手段の温度及び出力強度を制御することを特徴とする。これにより、本発明では、予め格納された設定値に基づいてレーザ光出力手段の温度及び出力強度を制御するため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑えることができる。即ち、従来固定であった出力強度を出力強度条件であるパワー可変範囲において任意に制御できるため、従来不良品とされていたレーザモジュールも使用することが可能となり、結果として光通信モジュールの歩留りが向上される。

【 0 0 3 0 】

また、上記の構成において、例えば、前記レーザ光出力手段が、波長可変であり、前記設定値格納手段が、波長毎に前記設定値を格納する。これにより、波長可変なレーザモジュールを含む光通信モジュールの歩留りも向上させることが可能となる。

【 0 0 3 1 】

また、別の例として、前記レーザ光出力手段と前記温度制御手段と前記出力強度制御手段とを複数有する。これにより、多波長レーザ出力の光通信モジュールの歩留りも向上させることが可能となる。

【 0 0 3 2 】

また、その具体的構成として、前記温度制御手段が、レーザダイオードが組み込まれるレーザモジュール内部に設けられた温度センサと、前記レーザモジュール内部に設けられた冷熱素子と、前記温度センサで検出される温度が前記設定値を満たすように前記冷熱素子を駆動する温度駆動回路と、を含み、前記出力強度制御手段が、前記レーザモジュール内部及び／又は外部に設けられたフォトディテクタと、前記レーザダイオードへ駆動電流を入力するレーザ駆動回路と、前記

フォトディテクタで検出された出力強度が前記設定値を満たすように前記レーザ駆動回路を制御する出力強度制御回路と、を含む。

【 0 0 3 3 】

また、本発明は、レーザモジュールのレーザ光を所定波長に維持させる波長ロッカーモジュールであって、前記レーザモジュールの温度を制御する温度制御手段と、前記レーザモジュールから出力されるレーザ光の出力強度を制御する出力強度制御手段と、所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度と、前記所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する最適な温度とに基づく設定値を格納する設定値格納手段と、を有し、前記温度制御手段及び前記強度制御手段が、前記設定値格納手段に格納された前記設定値に基づいて、前記レーザモジュールの温度及び出力強度を制御することで、出力される前記レーザ光を前記所定波長に維持することを特徴とする。これにより、本発明では、予め格納された設定値に基づいてレーザ光出力手段の温度及び出力強度を制御するため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑える波長ロッカーモジュールを提供することができる。即ち、従来固定であった出力強度を出力強度条件であるパワー可変範囲において任意に制御できるため、従来不良品とされていたレーザモジュールも使用することが可能となり、結果として光通信モジュールの歩留りが向上される。

【 0 0 3 4 】

また、上記の構成において、例えば、前記レーザモジュールが、波長可変レーザを含み、前記設定値格納手段が、波長毎に前記設定値を格納する。これにより、波長可変なレーザモジュールを含む光通信モジュールの歩留りも向上させることが可能となる。

【 0 0 3 5 】

また、別の例として、前記温度制御手段と前記出力強度制御手段とを複数有する。これにより、多波長レーザ出力の光通信モジュールの歩留りも向上させることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、その具体的構成として、前記温度制御手段が、レーザモジュール内部に

設けられた温度センサに基づいて前記レーザモジュールの温度をモニタする温度モニタ回路と、前記レーザモジュール内部に設けられた冷熱素子を駆動する冷熱素子駆動回路と、前記温度モニタ回路でモニタされる温度が前記設定値を満たすように前記冷熱素子駆動回路を制御する温度制御回路と、を含み、前記出力強度制御手段が、前記レーザモジュール内部及び／又は外部に設けられたフォトディテクタと、前記レーザダイオードへ駆動電流を入力するレーザ駆動回路と、前記フォトディテクタで検出された出力強度が前記設定値を満たすように前記レーザ駆動回路を制御する出力強度制御回路と、を含む。

【 0 0 3 7 】

また、本発明は、レーザモジュールから出力されるレーザ光が所定波長となり、且つ、所定の温度条件と所定の出力強度条件とを満足する設定値を生成するための設定値生成装置であって、前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度を算出する最適出力強度算出手段と、前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な温度を算出する最適温度算出手段と、前記最適出力強度算出手段で算出された前記最適な出力強度と前記最適温度算出手段で算出された前記最適な温度とに基づいて前記設定値を生成する設定値生成手段と、を有することを特徴とする。これにより、本発明では、出力強度条件であるパワー可変範囲においてレーザ光出力手段の出力強度を任意に制御するための設定値を生成できるため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑えることができる。

【 0 0 3 8 】

また、上記構成において、例えば、前記レーザモジュールに前記所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係式を特定する関係式特定手段と、前記関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する出力強度の上限値及び下限値を算出又は特定する出力強度上下限值算出／特定手段と、を有し、前記最適出力強度算出手段が、前記出力強度上下限值算出／特定手段で算出又は特定された前記出力強度の上限値と下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、前記最適温度算出手段が、前記関係式特定手段で特定された前記関係式に前記最適出力強度算出手段で算出された前記最適な出力強度を

代入して前記最適な温度を算出する。

【 0 0 3 9 】

また、別の例として、前記レーザーモジュールが波長可変であり、前記設定値を全ての所定波長に関して生成する。

【 0 0 4 0 】

また、別の例として、前記レーザーモジュールが、波長可変であり、前記レーザーモジュールに最短の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最短波長関係式を特定する最短波長関係式特定手段と、前記レーザーモジュールに最長の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最長波長関係式を特定する最長波長関係式特定手段と、前記最短波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の上限値を算出又は特定する出力強度上限値算出／特定手段と、前記最長波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の下限値を算出又は特定する出力強度下限値算出／特定手段と、を有し、前記最適出力強度算出手段が、前記出力強度上限値算出／特定手段で特定された前記出力強度の上限値と、前記出力強度下限値算出／特定手段で特定された前記出力強度の下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、前記最適温度算出手段が、前記最短波長関係式及び／又は前記最長波長関係式に前記最適出力強度算出手段で算出された前記最適な出力強度を代入して前記最短の所定波長及び／又は前記最長の所定波長に関する前記最適な温度を算出し、前記設定値生成手段が、前記最適な出力強度と、前記最短又は最長の所定波長に関して算出された前記最適な温度とに基づいて、全ての所定波長に関して前記設定値を生成する。

【 0 0 4 1 】

また、別の例として、前記設定値生成手段で生成された前記設定値を記憶する設定値記憶手段を有し、前記レーザーモジュールが、ユニークな識別情報を有し、前記設定値記憶手段が、前記ユニークな識別情報に対応づけて前記設定値を記憶する。

【 0 0 4 2 】

また、本発明は、レーザーモジュールから出力されるレーザー光が所定波長となり

、且つ、所定の温度条件と所定の出力強度条件とを満足する設定値を生成する情報処理装置における設定値生成方法であって、前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度を算出する最適出力強度算出ステップと、前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な温度を算出する最適温度算出ステップと、前記最適出力強度算出ステップで算出された前記最適な出力強度と前記最適温度算出ステップで算出された前記最適な温度とに基づいて前記設定値を生成する設定値生成ステップと、を有することを特徴とする。これにより、本発明では、出力強度条件であるパワー可変範囲においてレーザ光出力手段の出力強度を任意に制御するための設定値を生成できるため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑えることができる。

【 0 0 4 3 】

また、上記の構成において、例えば、前記レーザモジュールに前記所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係式を特定する関係式特定ステップと、前記関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する出力強度の上限値及び下限値を算出又は特定する出力強度上下限值算出／特定ステップと、を有し、前記最適出力強度算出ステップが、前記出力強度上下限值算出／特定ステップで算出又は特定された前記出力強度の上限値と下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、前記最適温度算出ステップが、前記関係式特定ステップで特定された前記関係式に前記最適出力強度算出ステップで算出された前記最適な出力強度を代入して前記最適な温度を算出する。

【 0 0 4 4 】

また、別の例として、前記レーザモジュールが波長可変であり、前記設定値を全ての所定波長に関して生成する。

【 0 0 4 5 】

また、別の例として、前記レーザモジュールが、波長可変であり、前記レーザモジュールに最短の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最短波長関係式を特定する最短波長関係式特定ステップと、前記レーザモジュールに最長の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最長波長

関係式を特定する最長波長関係式特定ステップと、前記最短波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の上限値を算出又は特定する出力強度上限値算出／特定ステップと、前記最長波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の下限値を算出又は特定する出力強度下限値算出／特定ステップと、を有し、前記最適出力強度算出ステップが、前記出力強度上限値算出／特定ステップで特定された前記出力強度の上限値と、前記出力強度下限値算出／特定ステップで特定された前記出力強度の下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、前記最適温度算出ステップが、前記最短波長関係式及び／又は前記最長波長関係式に前記最適出力強度算出ステップで算出された前記最適な出力強度を代入して前記最短の所定波長及び／又は前記最長の所定波長に関する前記最適な温度を算出し、前記設定値生成ステップが、前記最適な出力強度と、前記最短又は最長の所定波長に関して算出された前記最適な温度とに基づいて、全ての所定波長に関して前記設定値を生成する。

【 0 0 4 6 】

また、別の例として、前記レーザモジュールにユニークな識別情報が付与されており、前記ユニークな識別情報に対応づけて前記設定値を記憶する設定値記憶ステップを有する。

【 0 0 4 7 】

また、本発明は、レーザモジュールから出力されるレーザ光が所定波長となり、且つ、所定の温度条件と所定の出力強度条件とを満足する設定値を生成するコンピュータを機能させるためのプログラムであって、前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な出力強度を算出する最適出力強度算出処理と、前記所定波長を維持し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する最適な温度を算出する最適温度算出処理と、前記最適出力強度算出処理で算出された前記最適な出力強度と前記最適温度算出処理で算出された前記最適な温度とに基づいて前記設定値を生成する設定値生成処理と、を前記コンピュータに実行させる。これにより、本発明では、出力強度条件であるパワー可変範囲においてレーザ光出力手段の出力強度を任意に制

御するための設定値を生成できるため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑えることができる。

【 0 0 4 8 】

また、上記の構成において、例えば、前記レーザモジュールに前記所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係式を特定する関係式特定処理と、前記関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件を満足する出力強度の上限値及び下限値を算出又は特定する出力強度上下限值算出／特定処理と、を前記コンピュータに実行させ、前記最適出力強度算出処理が、前記出力強度上下限值算出／特定処理で算出又は特定された前記出力強度の上限値と下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、前記最適温度算出処理が、前記関係式特定処理で特定された前記関係式に前記最適出力強度算出処理で算出された前記最適な出力強度を代入して前記最適な温度を算出する。

【 0 0 4 9 】

また、別の例として、波長可変な前記レーザモジュールの全ての所定波長に関して前記設定値を生成する。

【 0 0 5 0 】

また、別の例として、波長可変な前記レーザモジュールに最短の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最短波長関係式を特定する最短波長関係式特定処理と、前記レーザモジュールに最長の所定波長を維持させるための温度と出力強度との関係を示す最長波長関係式を特定する最長波長関係式特定処理と、前記最短波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の上限値を算出又は特定する出力強度上限値算出／特定処理と、前記最長波長関係式を満足し且つ前記所定の温度条件及び前記所定の出力強度条件とを満足する出力強度の下限値を算出又は特定する出力強度下限値算出／特定処理と、を前記コンピュータに実行させ、前記最適出力強度算出処理が、前記出力強度上限値算出／特定処理で特定された前記出力強度の上限値と、前記出力強度下限値算出／特定処理で特定された前記出力強度の下限値との中間値を前記最適な出力強度として算出し、前記最適温度算出処理が、前記最短波長関係式及び／又は前記最長波長関係式に前記最適出力強度算出処理で算出

された前記最適な出力強度を代入して前記最短の所定波長及び／又は前記最長の所定波長に関する前記最適な温度を算出し、前記設定値生成処理が、前記最適な出力強度と、前記最短又は最長の所定波長に関して算出された前記最適な温度とに基づいて、全ての所定波長に関して前記設定値を生成する。

【 0 0 5 1 】

また、別の例として、前記レーザモジュールに付与されているユニークな識別情報に対応づけて前記設定値を記憶する設定値記憶処理を前記コンピュータに実行させる。

【 0 0 5 2 】

また、本発明は、上記のプログラムを記録媒体に記録して提供する。

【 0 0 5 3 】

【発明の実施の形態】

〔原理〕

本発明を好適に実施した形態について説明するにあたり、本発明の原理について先に述べる。

【 0 0 5 4 】

本発明は、パワー可変範囲と温度可変範囲とを満足する任意の値を設定値とすることで、レーザモジュールを含む光通信モジュールの歩留りの低下を回避するためのものである。

【 0 0 5 5 】

これを実現するために、本発明は、レーザモジュールの温度依存性及び出力強度依存性に応じた設定値に基づいて、レーザモジュールの温度及び出力強度を制御するように構成される。

【 0 0 5 6 】

これにより、本発明では、図 4 (a) に示すように、レーザモジュールの制御範囲が 1 点でなく線分（設定範囲）となる。このため、図 4 (b) に示すように、 P_Cent と λ_CONST とが温度可変範囲内で交わらなくとも設定値を生成することが可能となる。

【 0 0 5 7 】

また、本発明は、所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する範囲の中心でレーザモジュールが制御されるように設定値を決定するため、レーザモジュール及びこれを含む光通信モジュールの動作の信頼性を最大限に高めることが可能となる。

【 0 0 5 8 】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。

【 0 0 5 9 】

〔第 1 の実施形態〕

図 5 は本発明の第 1 の実施形態において、光波長チューニングにより LD モジュール 1 1 （これはレーザモジュールであり、レーザ光出力手段に相当する）を駆動させる際の設定値を生成する際に用いられる測定系の構成を示すブロック図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 を参照すると、この測定系は、LD モジュール 1 1 と波長電流モニタ電源 1 0 1 とレーザ APC 電源モニタ装置 1 0 2 とレーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 と測定制御用コンピュータ 5 とを含んで構成される。

【 0 0 6 1 】

この構成において、波長電流モニタ電源 1 0 1 は、LD モジュール 1 1 内部に設けられた波長モニタ用のフォトディテクタからの波長モニタ信号を入力して出力されたレーザ光の波長の相対値を測定する。尚、波長モニタ信号は波長強度信号である。測定された値は、計測機器制御用 GPIB 1 1 0 を介して測定制御用コンピュータ 5 へ入力される。尚、この測定制御用コンピュータ 5 は、設定値を生成するための情報処理装置として機能する。

【 0 0 6 2 】

レーザ APC 電源モニタ装置 1 0 2 は、LD モジュール 1 1 内部に設けられたパワーモニタ用のフォトディテクタからのパワーモニタ信号を入力して出力されたレーザ光のパワーの相対値を測定する。測定された値は、計測機器制御用 GPIB 1 1 0 を介して測定制御用コンピュータ 5 へ入力される。また、レーザ APC 電源モニタ装置 1 0 2 は、測定制御用コンピュータ 5 から入力された指示に従

いLDドライブ信号を出力して、LDモジュール11から出力されるレーザ光のパワーを制御する。

【0063】

レーザ温度コントロールモニタ装置103は、LDモジュール11内部に設けられた温度センサ（サーミスタ等）からの温度モニタ信号を入力して、LDモジュール11、特にレーザチップ近傍の温度を測定する。測定された値は、計測機器制御用GPIB110を介して測定制御用コンピュータ5へ入力される。また、レーザ温度コントロールモニタ装置103は、測定制御用コンピュータから入力された指示に従い、LDモジュール11内部に設けられた冷熱素子（ペルチェ素子等）へ温度コントロール信号を出力して、LDモジュール11、特にレーザチップ近傍の温度を制御する。

【0064】

但し、LDモジュール11内部設けた上記フォトディテクタで検出される波長やパワーは、LDモジュール11の温度が変化するに伴い、実際の値からはずれてゆく。そこで、図5に示す測定系には、LDモジュール11より外部へ出力されたレーザ光の波長及びパワーを測定するための光波長測定器104と光パワー測定器105とが設けられている。

【0065】

光波長測定器104は、LDモジュール11から出力されたレーザ光を入力して、その光波長を測定する。これは例えば入力されたレーザ光と基準光との合波による干渉縞の数に基づいて測定する。光パワー測定器105は、LDモジュール11から出力されたレーザ光を入力して、そのパワーを測定するフォトディテクタを有する。これらで測定された値は、計測機器制御用GPIB110を介して測定制御用コンピュータ5へ入力される。

【0066】

次に、本実施形態の測定制御用コンピュータ5による設定値を生成する際の処理手順について、図2及び図6～図9のフローチャート並びに図10を用いて詳細に説明する。

【0067】

この処理手順において測定制御用コンピュータ5は、まず、レーザ温度コントロールモニタ装置103に温度可変範囲の下限 T_Low を設定し（ステップS101）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS102）。また、レーザAPC電源モニタ装置102にパワー可変範囲（パワーマージンともいう）の下限 P_Low を設定し（ステップS103）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS104）。その後、測定制御用コンピュータ5は、波長電流モニタ電源101及び光波長測定器104から入力される測定値に基づいて、実際の出力光の波長 λ_1 を測定する（ステップS105）。このように、温度可変範囲の下限 T_Low とパワー可変範囲の下限 P_Low とをそれぞれ設定し、その際の波長を測定することで、図10（a）におけるA点での波長 λ_1 を測定できる。即ち、最も波長が短くなる条件下での波長を測定することができる。尚、ステップS101～ステップS105までの行程をA点波長 λ_1 測定ルーチンと呼ぶ。

【0068】

次に、測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントロールモニタ装置103に温度可変範囲の上限 T_High を設定し（ステップS106）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS107）。また、レーザAPC電源モニタ装置102にパワー可変範囲の下限 P_Low を設定し（ステップS108）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS109）。その後、測定制御用コンピュータ5は、波長電流モニタ電源101及び光波長測定器104から入力される測定値に基づいて、実際の出力光の波長 λ_2 を測定する（ステップS110）。このように、温度可変範囲の上限 T_High とパワー可変範囲の下限 P_Low とをそれぞれ設定し、その際の波長を測定することで、図10（a）におけるB点での波長 λ_2 を測定できる。尚、ステップS106～ステップS110までの行程をB点波長 λ_2 測定ルーチンと呼ぶ。但し、設定するパワーは実質変化しないため、ステップS108及びS109を省略してもよい。

【0069】

次に、測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントローラモニタ装置103に温度可変範囲の下限 T_Low を設定し（ステップS111）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS112）。また、レーザAPC電源モニタ装置102にパワー可変範囲の上限 P_High を設定し（ステップS113）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS114）。その後、測定制御用コンピュータ5は、波長電流モニタ電源101及び光波長測定器104から入力される測定値に基づいて、実際の出力光の波長 λ_3 を測定する（ステップS115）。このように、温度可変範囲の下限 T_Low とパワー可変範囲の上限 P_High とをそれぞれ設定し、その際の波長を測定することで、図10（a）におけるC点での波長 λ_3 を測定できる。尚、ステップS111～ステップS115までの行程をC点波長 λ_3 測定ルーチンと呼ぶ。

【0070】

更に、測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントローラモニタ装置103に温度可変範囲の上限 T_High を設定し（ステップS116）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS117）。また、レーザAPC電源モニタ装置102にパワー可変範囲の上限 P_High を設定し（ステップS118）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS119）。その後、測定制御用コンピュータ5は、波長電流モニタ電源101及び光波長測定器104から入力される測定値に基づいて、実際の出力光の波長 λ_4 を測定する（ステップS120）。このように、温度可変範囲の上限 T_High とパワー可変範囲の上限 P_High とをそれぞれ設定し、その際の波長を測定することで、図10（a）におけるD点での波長 λ_4 を測定できる。即ち、最も波長が長くなる条件下での波長を測定することができる。尚、ステップS116～ステップS120までの行程をD点波長 λ_4 測定ルーチンと呼ぶ。但し、設定するパワーは実質変化しないため、ステップS118及びS119を省略してもよい。

【 0 0 7 1 】

このように、図 1 0 (a) における A 点、 B 点、 C 点、 D 点での波長を測定すると、測定制御用コンピュータ 5 は、次に、目標波長 λ_target が波長 $\lambda 1$ 以上で且つ波長 $\lambda 4$ 以下の範囲に納まるか否かを判定する（ステップ S 1 2 1）。これにより、この行程では、本実施形態により LD モジュール 1 1 の設定値を得られるか否かが判定される。この判定の結果、 λ_target が $\lambda 1$ 以上 $\lambda 4$ 以下の範囲に納まらない場合（ステップ S 1 2 1 の No）、測定制御用コンピュータ 5 は、この LD モジュール 1 1 を不良と決定し（ステップ S 1 2 2）、処理を終了する。

【 0 0 7 2 】

また、ステップ S 1 2 1 の判定の結果、 λ_target が $\lambda 1$ 以上 $\lambda 4$ 以下の範囲に納まる場合（ステップ S 1 2 1 の Yes）、測定制御用コンピュータ 5 は、まず、 λ_target が $\lambda 3$ 以上で且つ $\lambda 2$ 以下に納まるか否かを判定する（ステップ S 1 2 3）。これにより、この行程では、 λ_target を維持するための関数 λ_CONST が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図 1 0 (b) のように交わるか否かが判定される。

【 0 0 7 3 】

この判定の結果、 $\lambda 3$ 以上 $\lambda 2$ 以下の範囲に納まる場合（ステップ S 1 2 3 の Yes）、測定制御用コンピュータ 5 は、レーザ APC 電源モニタ装置 1 0 2 にパワーの上限 P_High を設定し（ステップ S 1 2 4）、このパワーに基づく APC 制御をレーザ APC 電源モニタ装置 1 0 2 に開始させる（ステップ S 1 2 5）。その後、測定制御用コンピュータ 5 は、APC 制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_target となるように制御し（ステップ S 1 2 6）、 λ_act が λ_target に達した際の温度を T_e として取得する（ステップ S 1 2 7）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ 5 は、図 1 0 (b) における E 点のパワー（ P_High ）と温度（ T_e ）とを取得する。

【 0 0 7 4 】

次に、測定制御用コンピュータ 5 は、パワーを P_Low に設定し（ステップ

S128)、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる(ステップS129)。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{arg} となるように制御し(ステップS130)、 λ_{act} が λ_{arg} に達した際の温度を T_f として取得する(ステップS131)。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図10(b)におけるF点のパワー(P_{Low})と温度(T_f)とを取得する。

【0075】

これにより、図10(b)に示す、 λ_{arg} を維持するための関数 λ_{CONST} と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点E、Fが特定される。

【0076】

また、ステップS123の判定の結果、 λ_{arg} が λ_3 以上 λ_2 以下の範囲に納まらない場合(ステップS123のNo)、測定制御用コンピュータ5は、次に、 λ_{arg} が λ_3 以上で且つ λ_2 以上であるか否かを判定する(ステップS132)。これにより、この行程では、 λ_{arg} を維持するための関数 λ_{CONST} が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10(c)のように交わるか否かが判定される。

【0077】

この判定の結果、 λ_3 以上で且つ λ_2 以上である場合(ステップS132のYes)、測定制御用コンピュータ5は、レーザAPC電源モニタ装置102にパワーの上限 P_{High} を設定し(ステップS133)、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる(ステップS134)。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{arg} となるように制御し(ステップS135)、 λ_{act} が λ_{arg} に達した際の温度を T_e として取得する(ステップS136)。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図10(c)におけるE点のパワー(P_{High})と温度(T_e)とを取得する。

【0078】

次に、測定制御用コンピュータ5は、温度を T_High に設定し（ステップS137）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS138）。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュール11の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_act が λ_target となるように制御し（ステップS139）、 λ_act が λ_target に達した際のパワーを Pf として取得する（ステップS140）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図10（c）におけるF点のパワー（ Pf ）と温度（ T_High ）とを取得する。

【0079】

これにより、図10（c）に示す、 λ_target を維持するための関数 λ_CONST と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点E、Fが特定される。

【0080】

また、ステップS132の判定の結果、 λ_target が λ_3 以上で且つ λ_2 以上でない場合（ステップS132のNo）、測定制御用コンピュータ5は、次に、 λ_target が λ_2 以上で且つ λ_3 以下の範囲に納まるか否かを判定する（ステップS141）。これにより、この行程では、 λ_target を維持するための関数 λ_CONST が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10（d）のように交わるか否かが判定される。

【0081】

この判定の結果、 λ_2 以上 λ_3 以下の範囲に納まる場合（ステップS141のYes）、測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントロールモニタ装置103に温度の下限 T_Low を設定し（ステップS142）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS143）。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュール11の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_act が λ_target となるように制御し（ステップS144）、 λ_act が λ_target に達した際のパワーを Pe として取得する（ステップS145）。即ち、この行程にお

いて測定制御用コンピュータ5は、図10(d)におけるE点のパワー(P_e)と温度(T_{Low})とを取得する。

【0082】

次に、測定制御用コンピュータ5は、温度を T_{High} に設定し(ステップS146)、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる(ステップS147)。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュール11の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{arg} となるように制御し(ステップS148)、 λ_{act} が λ_{arg} に達した際のパワーを P_f として取得する(ステップS149)。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図10(d)におけるF点のパワー(P_f)と温度(T_{High})とを取得する。

【0083】

これにより、図10(d)に示す、 λ_{arg} を維持するための関数 λ_{CONST} と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点E、Fが特定される。

【0084】

また、ステップS141の判定の結果、 λ_{arg} が λ_2 以上で且つ λ_3 以下の範囲に納まらない場合(ステップS141のNo)、 λ_{arg} は残りの条件である λ_3 以下で且つ λ_2 以下であるに当てはまるため、測定制御用コンピュータ5は以下の処理を実行する。即ち、以下の行程では、 λ_{arg} を維持するための関数 λ_{CONST} が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10(e)のように交わるものとして実行される。

【0085】

この処理において測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントロールモニタ装置103に温度の下限 T_{Low} を設定し(ステップS150)、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる(ステップS151)。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュールの駆動電流を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{arg} となるように制御し(ステップS152)、 λ_{act} が λ_{arg} に

達した際のパワーを P_e として取得する（ステップ S 1 5 3）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ 5 は、図 1 0（e）における E 点のパワー（ P_e ）と温度（ T_{Low} ）とを取得する。

【 0 0 8 6 】

次に、測定制御用コンピュータ 5 は、パワーを P_{Low} に設定し（ステップ S 1 5 4）、このパワーに基づく APC 制御をレーザ APC 電源モニタ装置 1 0 2 に開始させる（ステップ S 1 5 5）。その後、測定制御用コンピュータ 5 は、APC 制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{targ} となるように制御し（ステップ S 1 5 6）、 λ_{act} が λ_{targ} に達した際の温度を T_f として取得する（ステップ S 1 5 7）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ 5 は、図 1 0（e）における F 点のパワー（ P_{Low} ）と温度（ T_f ）とを取得する。

【 0 0 8 7 】

これにより、図 1 0（e）に示す、 λ_{targ} を維持するための関数 λ_{CONST} と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる 2 点 E、F が特定される。

【 0 0 8 8 】

尚、図 1 0 における E 点のパワーは、本実施形態において LD モジュール 1 1 を制御するための設定値として取り得るパワーの上限値を示し、E 点の温度は同じく設定値として取り得る温度の下限値を示す。また、F 点のパワーは、本実施形態において LD モジュール 1 1 を制御するための設定値として取り得るパワーの下限値を示し、F 点の温度は同じく設定値として取り得る温度の上限値を示す。

【 0 0 8 9 】

以上のような処理により、2 点 E、F を特定すると、次に、測定制御用コンピュータ 5 は、2 点 E、F を通過する直線の方程式 $f(x)$ を求める（ステップ S 1 5 8）。尚、この直線は上記の関係式 λ_{CONST} であり、ステップ S 1 5 8 は、この関係式を特定する手段を実現するものである。

【 0 0 9 0 】

また、測定制御用コンピュータ5は、特定した関係式 $f(x)$ と温度可変範囲及びパワー可変範囲とに基づいて最適なパワー（パワー最適点 P_suit ）を求める（ステップS159）。より詳細には、関係式 $f(x)$ と温度可変範囲及びパワー可変範囲とを満足するパワーの上限値及び下限値を算出し、この上限値及び下限値の中間点をパワー最適点 P_suit として算出する。即ち、ステップS159は、パワーの上限値と下限値とを算出する手段と、これから最適なパワーを算出する手段とを実現するものである。

【0091】

次に、測定制御用コンピュータ5は、求めた P_suit を関数 $f(x)$ に代入することで、対応する温度を求める（ステップS160）。この温度は、目標波長 λ_targ へ波長をチューニングする際に最適となる温度の目安となり、且つ、2点E、Fの温度の値の中間点に相当する。即ち、ステップS160は、最適な温度を算出する手段を実現するものである。以下、この値を最適温度 T_temp という。

【0092】

このように P_suit と T_temp とを求めると、測定制御用コンピュータ5は、温度を T_temp に設定し（ステップS161）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS162）。また、パワーを P_suit に設定し（ステップS163）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS164）。

【0093】

その後、測定制御用コンピュータ5は、波長チューニングルーチン（図2参照）を実行し（ステップS165）、実測波長 λ_act を目標波長 λ_targ にチューニングする。但し、図2のステップS15における初期波長 $W1$ は、初期温度 $T1$ とパワー可変範囲の中心 P_Cent とに基づく波長ではなく、上記行程で求めたパワー最適点 P_suit と最適温度 T_temp とに基づく波長である。

【0094】

このように、LDモジュール11の光出力を目標波長 λ_target から誤差範囲内にチューニングすると、測定制御用コンピュータ5は、この状態時のレーザー光の実際のパワー及び温度（これらが設定値である）やその他の特性を測定する（ステップS166）。また、測定制御用コンピュータ5は、測定したデータに基づいて設定値を生成し、これをLDモジュール11の識別番号と対応づけて所定のファイルに保存する（ステップS167）。即ち、波長チューニングルーチンからデータ測定、保存までの流れにより設定値を生成する手段とこれを保存する手段とが実現される。

【0095】

その後、測定制御用コンピュータ5は、同一の波長ロッカーモジュール内に未チューニングの目標波長 λ_target があるか否かを判定し（ステップS168）、これがある場合（ステップS168のYes）、測定対象を次のLDモジュール11に変更し（ステップS169）、その後、ステップS101に帰還して上記と同様の処理により、設定値を生成し、これを所定のファイルに保存する。また、未チューニングの目標波長 λ_target がない場合（ステップS168のNo）、測定制御用コンピュータ5は処理を終了する。

【0096】

このように、本実施形態によれば、パワー可変範囲と温度可変範囲とを満足する任意の値を設定値とすることで、LDモジュールを含む光通信モジュールの歩留りの低下が回避される。更に、所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する範囲の中心で制御されるように設定値を決定するため、LDモジュール及びこれを含む光通信モジュールの動作の信頼性が最大限に高められる。

【0097】

また、以上のような測定制御用コンピュータ5の処理は、プログラムにより実現することが可能である。但し、この際に使用する測定制御用コンピュータ5には一般的なパーソナルコンピュータ等を適用してよい。また、このプログラムをCD（Compact Disc）-ROMや書込／書換可能なCDやDVD（Digital Versatile Disc）-ROMや書込／書換可能な

DVDやその他の記録媒体に記録して提供することも可能である。

【 0 0 9 8 】

また、以上により設定値が保存されたLDモジュール11は、例えば図11に示すように、多波長レーザ出力の光通信モジュールに組み込まれる（図中11.1～11.n）。また、この光通信モジュールにはLDモジュール11.1～11.nを駆動するためのLDドライバ10.1～10.nが組み込まれている。このLDドライバ10.1～10.nは、内部又は外部に設けられたWDM（Wavelength Division Multiplexing）通信処理メインプロセッサ15及びWDM波長ロック条件メモリ（ROM）16と信号バスライン17を介して通信可能に接続される。この構成において、LDドライバ11.1～11.nとWDM通信処理メインプロセッサ15とWDM波長ロック条件メモリ16と信号バスライン17とは、波長ロッカモジュールとして機能するものである。

【 0 0 9 9 】

この構成を更に詳細に説明する。WDM通信処理メインプロセッサ15は、設定値である設定値を格納する設定値格納手段であるWDM波長ロック条件メモリ15に格納された設定値を読み出し、これに基づいてLDドライバ10.1～10.nを制御する。尚、以下の説明では、任意のLDドライバの符号を10とし、任意のLDモジュールの符号を11とする。

【 0 1 0 0 】

LDドライバ11は、APC制御系10aとATC/AFC（Automatic Frequency Control）制御系10bとを含んで構成される。APC制御系10aは、LDモジュール11の出力強度（パワー）を制御する出力強度制御手段であり、APC制御回路10a1とパワーモニタ回路10a2とレーザドライブ回路10a3とを含んで構成される。パワーモニタ回路10a2はLDモジュール11から入力されたパワーモニタ信号に基づいてレーザ光のパワーをモニタする。APC制御回路10a1はWDM通信処理プロセッサ15から入力された設定値におけるパワーとパワーモニタ回路10a2から入力された測定値とに基づいてレーザドライブ回路10a3を制御する（出力強度制御

回路ともいう)。レーザドライブ回路 1 0 a 3 は A P C 制御回路 1 0 a 1 による制御に従って L D モジュール 1 1 を駆動するための L D ドライブ信号を L D モジュール 1 1 へ入力する。

【 0 1 0 1 】

また、A T C / A F C 制御系 1 0 b は、L D モジュール 1 1 の温度を制御する温度制御手段であり、A T C / A F C 制御回路 1 0 b 1 と温度センサモニタ回路 1 0 b 2 と波長ロック信号モニタ回路 1 0 b 3 と温度コントローラドライブ回路 1 0 b 4 とを含んで構成される。また、A T C / A F C 制御系 1 0 b は、L D モジュール 1 1 からのレーザ光の波長を温度により制御する機能も有している。温度センサモニタ回路 1 0 b 2 は L D モジュール 1 1 から入力された温度モニタ信号に基づいて L D モジュール 1 1 の温度をモニタする。尚、A T C / A F C 制御系 1 0 b は、温度モニタ回路ともいう。

【 0 1 0 2 】

波長ロック信号モニタ回路 1 0 b 3 は L D モジュール 1 1 から入力された波長モニタ信号に基づいて L D モジュール 1 1 から出力されているレーザ光の波長をモニタする。

【 0 1 0 3 】

温度コントローラドライブ回路 1 0 b 4 は A T C / A F C 制御回路 1 0 b 1 からの制御に基づいて L D モジュール 1 1 内の冷熱素子を駆動して L D モジュール 1 1 の温度をコントロールする。尚、温度コントローラドライブ回路 1 0 b 4 は冷熱素子駆動回路ともいう。

【 0 1 0 4 】

A T C / A F C 制御回路 1 0 b 1 は W D M 通信処理プロセッサ 1 5 から入力された設定値における温度及び／又は温度モニタ回路 1 0 b 2 から入力された測定値及び／又は波長ロック信号モニタ回路 1 0 b 3 から入力された波長に基づいて温度コントローラドライブ回路 1 0 a 4 を制御することで、L D モジュール 1 1 の出力光を目標波長にする。尚、A T C / A F C 制御回路 1 0 b 1 は温度制御回路ともいう。

【 0 1 0 5 】

また、LDモジュール11.1～11.nから出力されたレーザ光はLN変調器12.1～12.nにおいて所定の変調が施され、N対1のマルチプレクサ(MUX)13において多重化された後に、伝送媒体である光ファイバ14へ出力される。

【0106】

以上のように、上述の処理手順において生成された設定値を内部又は外部に設けたメモリに格納し、これに基づいてLDモジュールを駆動することで、本実施形態による光通信モジュールは、パワー可変範囲と温度可変範囲とを満足する任意の設定値に基づいて動作することが可能となる。即ち、LDモジュール光通信モジュールを所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する範囲の中心で制御することが可能となる。従って、LDモジュール及びこれを含む光通信モジュールの動作の信頼性が最大限に高められる。

【0107】

〔第2の実施形態〕

また、上記した第1の実施形態では、目標波長をセットし直すたびに、不良か否かを判定するように構成していた。しかしながら、従来、1つのLDモジュールで波長を変えてレーザ光を出力させる場合、各波長でのパワーを上述と同様に1点(中心パワーP_Cent)に設定していたため、図12(a)に示すように、ある波長に対する設定温度が温度可変範囲からはずれてしまう場合が存在する(図12(a)波長 λ 14参照)。従来では、このようなLDモジュールも不良としているため、本実施形態では前もってこれを判定できるように構成する。

【0108】

尚、本実施形態でも、LDモジュールの歩留りを向上させることを目的としているため、LDモジュールの温度依存性及び出力強度依存性に応じた設定値に基づいてLDモジュールの温度及び出力強度を制御するという本発明の基本格子に基づくことにより、図12(b)のように、それぞれの波長に応じて温度とパワーとを組み合わせ、これに基づいて制御できるように構成する。

【0109】

即ち、本実施形態では、1つのLDモジュールにおける複数の目標波長に関し

て、図 1 3 に示すように、最適なパワーと温度と（図中最適点 K 1 1 ～ K 1 4）を特定する。このように本実施形態では、パワー可変範囲と温度可変範囲とを満足する任意の設定値を生成するため、波長可変な LD モジュールを含む光通信モジュールの歩留りの低下を回避することができる。

【 0 1 1 0 】

尚、本実施形態による LD モジュール 1 1 の設定値を生成する際に用いる測定系の構成は、第 1 の実施形態において図 5 を用いて説明したものと同様のものが多い。

【 0 1 1 1 】

以下に本実施形態における測定制御用コンピュータ 5 の設定値生成時の動作について、以下に図面を用いて詳細に説明する。

【 0 1 1 2 】

本動作における測定制御用コンピュータ 5 の基本動作は、第 1 の実施形態において図 6 ～ 図 9 （一部図 2 を含む）を用いて説明したものと同様である。但し、図 7 におけるステップ S 1 2 1 は、図 1 4 に示すステップ S 1 2 1 - 1 に置き換えられる。

【 0 1 1 3 】

即ち、図 6 に示す一連の処理により A 点 ～ D 点におけるそれぞれの波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ を求めた後、測定制御用コンピュータ 5 は、LD モジュール 1 1 の複数の目標波長 λ_target （例えば $\lambda_{11} \sim \lambda_{14}$ ：図 1 2 参照）の全てが λ_1 以上で且つ λ_4 以下の範囲に納まるか否かを判定する（ステップ S 1 2 1 - 1）。これにより、この行程では、本実施形態により LD モジュール 1 1 の全ての波長に関して設定値を得られる否かが判定される。この判定の結果、全ての λ_target が λ_1 以上 λ_4 以下の範囲に納まらない場合（ステップ S 1 2 1 - 1 の No）、測定制御用コンピュータ 5 は、第 1 の実施形態と同様に、ステップ S 1 2 2 に移行してこの LD モジュール 1 1 を不良と決定し、処理を終了する。

【 0 1 1 4 】

また、ステップ S 1 2 1 - 1 の判定の結果、全ての λ_target が λ_1 以上 λ_4 以下の範囲に納まる場合（ステップ S 1 2 1 - 1 の Yes）、測定制御用コン

コンピュータ 5 は、複数の目標波長 λ_target のうち何れかを選択し（ステップ S 1 2 1 - 2）、次に図 7 のステップ S 1 2 3 に移行して、選択した λ_target に関して以降の動作を実行する。その後、測定制御用コンピュータ 5 は、第 1 の実施形態と同様の処理を実行する。

【 0 1 1 5 】

以上のように動作することで、1 つの LD モジュール 1 1 に異なる波長のレーザー光を出力させるための設定値を生成し、これを保存することが可能となる。また、このように生成された設定値は、第 1 の実施形態と同様に、例えば図 1 1 に示す WDM 波長ロック条件メモリ 1 6 に格納される。但し、この際の LD モジュール 1 1 . 1 ~ 1 1 . n は波長可変な LD モジュール 1 1 として機能する。また、他の構成は上記した第 1 の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【 0 1 1 6 】

〔第 3 の実施形態〕

また、第 1 及び第 2 の実施形態とは別に、波長可変レーザーの設定値を生成する好適な一実施形態について、以下に第 3 の実施形態として図面を用いて詳細に説明する。

【 0 1 1 7 】

第 2 の実施形態では、1 つの LD モジュール 1 1 に関し、複数の波長に対する設定値のパワーがそれぞれ任意の値となっていたが、本実施形態では、これを 1 つにまとめる。即ち、図 1 6 に示すように、本実施形態では、各波長 ($\lambda_target_min \sim \lambda_target_max$) に関する設定値のパワーが、パワー可変範囲の任意の 1 点 (P_suit_Cent) となる。また、LD モジュールの出力波長の切替は、温度を切り替えることで行われる。

【 0 1 1 8 】

尚、本実施形態では、パワーに関する任意の 1 点を決定するにあたり、本実施形態では図 1 7 に示すように、最短の目標波長（以下、最短目標波長という） λ_target_min に関するパワーの可変範囲と、最長の目標波長（以下、最長目標波長という） λ_target_max に関するパワーの可変範囲との重なる範

囲（図17中、使用範囲2に相当）を特定し、この範囲の中間点をパワー最適点（ P_suit_Cent ）とする。尚、この使用範囲2は、温度可変範囲及びパワー可変範囲の重畳する範囲内における $\lambda_targ_min_CONST$ のパワーの上限値と、温度可変範囲及びパワー可変範囲の重畳する範囲内における $\lambda_targ_max_CONST$ のパワーの下限値と、から決定される領域である。尚、 $\lambda_targ_min_CONST$ は最短目標波長を維持するための温度とパワーとの関係を示す関係式（最短波長関係式）であり、 $\lambda_targ_max_CONST$ は最長目標波長を維持するための温度とパワーとの関係を示す関係式（最長目標波長関係式）である。

【0119】

このように複数の波長に関して共通なパワー最適点 P_suit_Cent を設定することで、本実施形態では少ないデータでより簡略化してLDモジュール11を制御することが可能となる。また、このパワー最適点 P_suit_Cent をパワー可変範囲における任意の値に設定することが可能であるため、上記各実施形態と同様に、LDモジュールを含む光通信モジュールの歩留りの低下を防止することが可能となる。

【0120】

尚、本実施形態によるLDモジュール11の設定値を生成する際に用いる測定系の構成は、第1の実施形態において図5を用いて説明したものと同様のものによい。但し、本実施形態ではLDモジュール11が単一波長のレーザ光出力手段でなく、波長可変なレーザ光出力手段であるとする。

【0121】

また、本実施形態における測定制御用コンピュータ5の設定値生成時の処理手順について、以下に図18～図24を用いて詳細に説明する。

【0122】

この処理手順において測定制御用コンピュータ5は、第1の実施形態と同様に、ステップS201～S205のA点波長 λ_1 測定ルーチン及びステップS206～S210のB点波長 λ_2 測定ルーチン及びステップS211～S215のC点波長 λ_3 測定ルーチン及びステップS216～S220のD点波長 λ_4 測定ル

ーチンを順序実行して、各点（A～D：図10（a）参照）の波長（ $\lambda_1 \sim \lambda_4$ ）を測定する。

【0123】

このように、A点、B点、C点、D点での波長を測定すると、測定制御用コンピュータ5は、次に、LDモジュール11に設定すべき全ての目標波長 λ_target （ $\lambda_target_min \sim \lambda_target_max$ ）が波長 λ_1 以上で且つ波長 λ_4 以下の範囲に納まるか否かを判定する（ステップS221）。これにより、この行程では、本実施形態によりLDモジュール11の全ての目標波長に関して設定値を得られる否かが判定される。この判定の結果、何れかの目標波長が λ_1 以上 λ_4 以下の範囲に納まらない場合（ステップS221のNo）、測定制御用コンピュータ5は、このLDモジュール11を不良と決定し（ステップS222）、処理を終了する。

【0124】

また、ステップS221の判定の結果、全ての λ_target が λ_1 以上 λ_4 以下の範囲に納まる場合（ステップS221のYes）、測定制御用コンピュータ5は、図17に示す2点G、Hのパワー及び温度を特定する。

【0125】

この動作にあたり、測定制御用コンピュータ5は、まず、最短目標波長 λ_target_min を選択し（ステップS223）、これが λ_3 以上で且つ λ_2 以下に納まるか否かを判定する（ステップS224）。これにより、この行程では、 λ_target_min を維持するための関数 $\lambda_target_min_CONST$ が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10（b）に示す λ_CONST と同様に交わるか否かが判定される。

【0126】

この判定の結果、 λ_3 以上 λ_2 以下の範囲に納まる場合（ステップS224のYes）、測定制御用コンピュータ5は、レーザAPC電源モニタ装置102にパワーの上限 P_High を設定し（ステップS225）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS226）。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変

することで、実測波長 λ_act が λ_targ_min となるように制御し（ステップS227）、 λ_act が λ_targ_min に達した際の温度を T_g として取得する（ステップS228）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、最短目標波長 λ_targ_min に関する図17におけるG点のパワー（ P_High ）と温度（ T_g ）とを取得する。

【0127】

次に、測定制御用コンピュータ5は、パワーを P_Low に設定し（ステップS229）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS230）。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_min となるように制御し（ステップS231）、 λ_act が λ_targ_min に達した際の温度を T_h として取得する（ステップS232）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、最短目標波長 λ_targ_min に関する図17におけるH点のパワー（ P_Low ）と温度（ T_h ）とを取得する。

【0128】

これにより、図17に示す、 λ_targ_min を維持するための関数 $\lambda_targ_min_CONST$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点G、Hが特定される。

【0129】

また、ステップS224の判定の結果、 λ_targ_min が λ_3 以上 λ_2 以下の範囲に納まらない場合（ステップS224のNo）、測定制御用コンピュータ5は、次に、 λ_targ_min が λ_3 以上で且つ λ_2 以上であるか否かを判定する（ステップS233）。これにより、この行程では、 λ_targ_min を維持するための関数 $\lambda_targ_min_CONST$ が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10（c）に示す λ_CONST と同様に交わるか否かが判定される。

【0130】

この判定の結果、 λ_3 以上で且つ λ_2 以上である場合（ステップS233のY

es)、測定制御用コンピュータ5は、レーザAPC電源モニタ装置102にパワーの上限 P_High を設定し(ステップS234)、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる(ステップS235)。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_min となるように制御し(ステップS236)、 λ_act が λ_targ_min に達した際の温度を Tg として取得する(ステップS237)。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるG点のパワー(P_High)と温度(Tg)とを取得する。

【0131】

次に、測定制御用コンピュータ5は、温度を T_High に設定し(ステップS238)、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる(ステップS239)。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュール11の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_min となるように制御し(ステップS240)、 λ_act が λ_targ_min に達した際のパワーを Ph として取得する(ステップS241)。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるH点のパワー(Ph)と温度(T_High)とを取得する。

【0132】

これにより、図17に示す、 λ_targ_min を維持するための関数 $\lambda_targ_min_CONST$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点G、Hが特定される。

【0133】

また、ステップS233の判定の結果、 λ_targ_min が $\lambda 3$ 以上で且つ $\lambda 2$ 以上でない場合(ステップS233のNo)、測定制御用コンピュータ5は、次に、 λ_targ_min が $\lambda 2$ 以上で且つ $\lambda 3$ 以下の範囲に納まるか否かを判定する(ステップS242)。これにより、この行程では、 λ_targ_min を維持するための関数 $\lambda_targ_min_CONST$ が、温度可変

範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図 1 0 (d) に示す λ_CONST と同様に交わるか否かが判定される。

【 0 1 3 4 】

この判定の結果、 λ_2 以上 λ_3 以下の範囲に納まる場合（ステップ S 2 4 2 の Yes）、測定制御用コンピュータ 5 は、レーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 に温度の下限 T_Low を設定し（ステップ S 2 4 3）、この温度に基づく ATC 制御をレーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 に開始させる（ステップ S 2 4 4）。その後、測定制御用コンピュータ 5 は、ATC 制御下において LD モジュール 1 1 の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_min となるように制御し（ステップ S 2 4 5）、 λ_act が λ_targ_min に達した際のパワーを P_g として取得する（ステップ S 2 4 6）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ 5 は、図 1 7 における G 点のパワー（ P_g ）と温度（ T_Low ）とを取得する。

【 0 1 3 5 】

次に、測定制御用コンピュータ 5 は、温度を T_High に設定し（ステップ S 2 4 7）、この温度に基づく ATC 制御をレーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 に開始させる（ステップ S 2 4 8）。その後、測定制御用コンピュータ 5 は、ATC 制御下において LD モジュール 1 1 の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_min となるように制御し（ステップ S 2 4 9）、 λ_act が λ_targ_min に達した際のパワーを P_h として取得する（ステップ S 2 5 0）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ 5 は、図 1 7 における H 点のパワー（ P_h ）と温度（ T_High ）とを取得する。

【 0 1 3 6 】

これにより、図 1 7 に示す、 λ_targ_min を維持するための関数 $\lambda_targ_min_CONST$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる 2 点 G、H が特定される。

【 0 1 3 7 】

また、ステップ S 2 4 2 の判定の結果、 λ_targ_min が λ_2 以上で且

つ λ_3 以下の範囲に納まらない場合（ステップS242のNo）、 λ_target_min は残りの条件である λ_3 以下で且つ λ_2 以下であるに当てはまるため、測定制御用コンピュータ5は以下の処理を実行する。即ち、以下の行程では、 λ_target_min を維持するための関数 $\lambda_target_min_CONST$ が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10（e）に示す λ_CONST と同様に交わるものとして実行される。

【0138】

この処理において測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントロールモニタ装置103に温度の下限 T_Low を設定し（ステップS251）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS252）。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュールの駆動電流を可変することで、実測波長 λ_act が λ_target_min となるように制御し（ステップS253）、 λ_act が λ_target_min に達した際のパワーを P_g として取得する（ステップS254）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるG点のパワー（ P_g ）と温度（ T_Low ）とを取得する。

【0139】

次に、測定制御用コンピュータ5は、パワーを P_Low に設定し（ステップS255）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS256）。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_target_min となるように制御し（ステップS257）、 λ_act が λ_target_min に達した際の温度を T_h として取得する（ステップS258）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるH点のパワー（ P_Low ）と温度（ T_h ）とを取得する。

【0140】

これにより、図17に示す、 λ_target_min を維持するための関数 $\lambda_target_min_CONST$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点G、Hが特定される。

【0141】

このように、図17に示す2点G、Hのパワー及び温度を特定すると、次に測定制御用コンピュータ5は、図17に示す2点I、Jのパワー及び温度を特定する。

【0142】

この動作にあたり、測定制御用コンピュータ5は、まず、最長目標波長 λ_targ_max を選択し（ステップS259）、これが λ_3 以上で且つ λ_2 以下に納まるか否かを判定する（ステップS260）。これにより、この行程では、 λ_targ_max を維持するための関数 $\lambda_targ_max_CONST$ が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10（b）に示す λ_CONST と同様に交わるか否かが判定される。

【0143】

この判定の結果、 λ_3 以上 λ_2 以下の範囲に納まる場合（ステップS260のYes）、測定制御用コンピュータ5は、レーザAPC電源モニタ装置102にパワーの上限 P_High を設定し（ステップS261）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS262）。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_max となるように制御し（ステップS263）、 λ_act が λ_targ_max に達した際の温度を T_i として取得する（ステップS264）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、最長目標波長 λ_targ_max に関する図17におけるI点のパワー（ P_High ）と温度（ T_i ）とを取得する。

【0144】

次に、測定制御用コンピュータ5は、パワーを P_Low に設定し（ステップS265）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS266）。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_max となるように制御し（ステップS267）、 λ_act が λ_targ_max に達した際の温度を T_j として取得する（ステップS268）。即ち

、この行程において測定制御用コンピュータ5は、最長目標波長 λ_targ_max に関する図17におけるJ点のパワー(P_Low)と温度(Tj)とを取得する。

【0145】

これにより、図17に示す、 λ_targ_max を維持するための関数 $\lambda_targ_max_CONST$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点I、Jが特定される。

【0146】

また、ステップS260の判定の結果、 λ_targ_max が λ_3 以上 λ_2 以下の範囲に納まらない場合(ステップS260のNo)、測定制御用コンピュータ5は、次に、 λ_targ_max が λ_3 以上で且つ λ_2 以上であるか否かを判定する(ステップS269)。これにより、この行程では、 λ_targ_max を維持するための関数 $\lambda_targ_max_CONST$ が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10(c)に示す λ_CONST と同様に交わるか否かが判定される。

【0147】

この判定の結果、 λ_3 以上で且つ λ_2 以上である場合(ステップS269のYes)、測定制御用コンピュータ5は、レーザAPC電源モニタ装置102にパワーの上限 P_High を設定し(ステップS270)、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる(ステップS271)。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_max となるように制御し(ステップS272)、 λ_act が λ_targ_max に達した際の温度を Ti として取得する(ステップS273)。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるI点のパワー(P_High)と温度(Ti)とを取得する。

【0148】

次に、測定制御用コンピュータ5は、温度を T_High に設定し(ステップS274)、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置

103に開始させる（ステップS275）。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュール11の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{target_max} となるように制御し（ステップS276）、 λ_{act} が λ_{target_max} に達した際のパワーを P_h として取得する（ステップS277）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるJ点のパワー（ P_j ）と温度（ T_{High} ）とを取得する。

【0149】

これにより、図17に示す、 λ_{target_max} を維持するための関数 $\lambda_{target_max_CONST}$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点I、Jが特定される。

【0150】

また、ステップS269の判定の結果、 λ_{target_max} が λ_3 以上で且つ λ_2 以上でない場合（ステップS269のNo）、測定制御用コンピュータ5は、次に、 λ_{target_max} が λ_2 以上で且つ λ_3 以下の範囲に納まるか否かを判定する（ステップS278）。これにより、この行程では、 λ_{target_max} を維持するための関数 $\lambda_{target_max_CONST}$ が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10（d）に示す λ_{CONST} と同様に交わるか否かが判定される。

【0151】

この判定の結果、 λ_2 以上 λ_3 以下の範囲に納まる場合（ステップS278のYes）、測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントロールモニタ装置103に温度の下限 T_{Low} を設定し（ステップS279）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS280）。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュール11の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{target_max} となるように制御し（ステップS281）、 λ_{act} が λ_{target_max} に達した際のパワーを P_i として取得する（ステップS282）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるI点のパワ

— (P_i) と温度 (T_{Low}) とを取得する。

【0152】

次に、測定制御用コンピュータ5は、温度をT_{High}に設定し（ステップS283）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS284）。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュール11の駆動電流を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{targ_max} となるように制御し（ステップS285）、 λ_{act} が λ_{targ_max} に達した際のパワーをP_jとして取得する（ステップS286）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるJ点のパワー（P_j）と温度（T_{High}）とを取得する。

【0153】

これにより、図17に示す、 λ_{targ_max} を維持するための関数 $\lambda_{targ_max_CONST}$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点I、Jが特定される。

【0154】

また、ステップS278の判定の結果、 λ_{targ_max} が λ_2 以上で且つ λ_3 以下の範囲に納まらない場合（ステップS278のNo）、 λ_{targ_max} は残りの条件である λ_3 以下で且つ λ_2 以下であるに当てはまるため、測定制御用コンピュータ5は以下の処理を実行する。即ち、以下の行程では、 λ_{targ_max} を維持するための関数 $\lambda_{targ_max_CONST}$ が、温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線と図10（e）に示す λ_{CONST} と同様に交わるものとして実行される。

【0155】

この処理において測定制御用コンピュータ5は、レーザ温度コントロールモニタ装置103に温度の下限T_{Low}を設定し（ステップS287）、この温度に基づくATC制御をレーザ温度コントロールモニタ装置103に開始させる（ステップS288）。その後、測定制御用コンピュータ5は、ATC制御下においてLDモジュールの駆動電流を可変することで、実測波長 λ_{act} が λ_{targ_max} となるように制御し（ステップS289）、 λ_{act} が λ_{targ_max} に達した際のパワーをP_jとして取得する（ステップS290）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるJ点のパワー（P_j）と温度（T_{Low}）とを取得する。

λ_arg_max となるように制御し（ステップS289）、 λ_act が λ_targ_max に達した際のパワーを P_i として取得する（ステップS290）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるI点のパワー（ P_i ）と温度（ T_Low ）とを取得する。

【0156】

次に、測定制御用コンピュータ5は、パワーを P_Low に設定し（ステップS291）、このパワーに基づくAPC制御をレーザAPC電源モニタ装置102に開始させる（ステップS292）。その後、測定制御用コンピュータ5は、APC制御下において温度を可変することで、実測波長 λ_act が λ_targ_max となるように制御し（ステップS293）、 λ_act が λ_targ_max に達した際の温度を T_j として取得する（ステップS294）。即ち、この行程において測定制御用コンピュータ5は、図17におけるJ点のパワー（ P_Low ）と温度（ T_j ）とを取得する。

【0157】

これにより、図17に示す、 λ_targ_max を維持するための関数 $\lambda_targ_max_CONST$ と温度可変範囲とパワー可変範囲とが重畳する範囲の境界線とが交わる2点I、Jが特定される。

【0158】

尚、図17におけるG点のパワーは、本実施形態においてLDモジュール11を制御するための設定値として取り得るパワーの上限値を示す。また、J点のパワーは、本実施形態においてLDモジュール11を制御するための設定値として取り得るパワーの下限値を示す。

【0159】

以上のような処理により、4点G、H、I、Jを特定すると、次に、測定制御用コンピュータ5は、2点G、Hを通過する直線の方程式 $f_1(x)$ を求める（ステップS295）。尚、この直線は上記の最短目標波長関係式 $\lambda_targ_min_CONST$ であり、ステップS295は最短目標波長関係式を特定する手段を実現するものである。

【0160】

また、測定制御用コンピュータ 5 は、2 点 I, J を通過する直線の方程式 $f_2(x)$ を求める (ステップ S 2 9 6)。尚、この直線は上記の最長目標波長関係式 $\lambda_targ_max_CONST$ であり、ステップ S 2 9 6 は最長目標は長関係式を特定する手段を実現するものである。

【 0 1 6 1 】

このように最短目標波長関係式 $f_1(x)$ と最長目標波長関係式 $f_2(x)$ とを求めた後、測定制御用コンピュータ 5 は、図 1 7 におけるパワーの使用範囲 2 を求める (ステップ S 2 9 7)。より詳細には、最短目標波長関係式 $f_1(x)$ と温度可変範囲及びパワー可変範囲とを満足するパワーの上限値と、最長目標波長関係式 $f_2(x)$ と温度可変範囲及びパワー可変範囲とを満足するパワーの下限値とを求めることで、使用範囲 2 を算出する。即ち、ステップ S 2 9 7 は、パワーの上限値と下限値とを算出する手段を実現するものである。

【 0 1 6 2 】

また、測定制御用コンピュータ 5 は、使用範囲 2 を求めると、次にこの使用範囲 2 のパワーの中間点をパワー最適点 P_suit_Cent として求める (ステップ S 2 9 8)。即ち、ステップ S 2 9 8 は、最適なパワーを算出する手段を実現するものである。また、測定制御用コンピュータ 5 は、求めたパワー最適点 P_suit_Cent を関数 $f_1(x)$ に代入することで最短目標波長 λ_targ_min に関する最適温度 T_temp_min を求める (ステップ S 2 9 9)。即ち、ステップ S 2 9 9 は、最適な温度を算出する手段を実現するものである。

【 0 1 6 3 】

このように最短目標波長 λ_targ_min に関するパワー最適点 P_suit_Cent と最適温度 T_temp_min とを求めると、測定制御用コンピュータ 5 は温度を T_temp_min に設定し (ステップ S 3 0 0)、この温度に基づく A T C 制御をレーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 に開始させる (ステップ S 3 0 1)。また、パワーを P_suit_Cent に設定し (ステップ S 3 0 2)、このパワーに基づく A P C 制御をレーザ A P C 電源モニタ装置 1 0 2 に開始させる (ステップ S 3 0 3)。

【 0 1 6 4 】

その後、測定制御用コンピュータ 5 は、波長チューニングルーチン（図 2 参照）を実行し（ステップ S 3 0 4）、実測波長 λ_{act} を目標波長 λ_{targ_min} にチューニングする。但し、この際の初期波長 W_1 は、初期温度 T_1 とパワー可変範囲の中心 P_Cent とに基づく波長ではなく、上記行程で求めたパワー最適点 P_suit_Cent と最適温度 T_temp_min とに基づく波長である。

【 0 1 6 5 】

このように、LD モジュール 1 1 の光出力を最短目標波長 λ_{targ_min} から誤差範囲内にチューニングすると、測定制御用コンピュータ 5 は、この状態時のレーザ光の実際のパワー及び温度（これらが設定値である）やその他の特性を測定する（ステップ S 3 0 5）。また、測定制御用コンピュータ 5 は、測定したデータに基づいて設定値を生成し、これを LD モジュール 1 1 の識別番号と対応づけて所定のファイルに保存する（ステップ S 3 0 6）。

【 0 1 6 6 】

次に、測定制御用コンピュータ 5 は、上記で求めたパワー最適点 P_suit_Cent を関数 $f_2(x)$ に代入することで最長目標波長 λ_{targ_max} に関する最適温度 T_temp_max を求める（ステップ S 3 0 7）。

【 0 1 6 7 】

このように最長目標波長 λ_{targ_max} に関するパワー最適点 P_suit_Cent と最適温度 T_temp_max とを求めると、測定制御用コンピュータ 5 は温度を T_temp_max に設定し（ステップ S 3 0 8）、この温度に基づく ATC 制御をレーザ温度コントロールモニタ装置 1 0 3 に開始させる（ステップ S 3 0 9）。また、パワーを P_suit_Cent に設定し（ステップ S 3 1 0）、このパワーに基づく APC 制御をレーザ APC 電源モニタ装置 1 0 2 に開始させる（ステップ S 3 1 1）。

【 0 1 6 8 】

その後、測定制御用コンピュータ 5 は、波長チューニングルーチン（図 2 参照）を実行し（ステップ S 3 1 2）、実測波長 λ_{act} を目標波長 λ_{targ}

__maxにチューニングする。但し、この際の初期波長 W_1 は、初期温度 T_1 とパワー可変範囲の中心 P_Cent とに基づく波長ではなく、上記行程で求めたパワー最適点 P_suit_Cent と最適温度 T_temp_max とに基づく波長である。

【0169】

このように、LDモジュール11の光出力を最長目標波長 λ_targ_max から誤差範囲内にチューニングすると、測定制御用コンピュータ5は、この状態時のレーザ光の実際のパワー及び温度（これらが設定値である）やその他の特性を測定する（ステップS313）。また、測定制御用コンピュータ5は、測定したデータに基づいて設定値を生成し、これをLDモジュール11の識別番号と対応づけて所定のファイルに保存する（ステップS314）。

【0170】

尚、ステップS304及びステップS312における波長チューニングルーチンでは、上記で特定した最適温度 T_temp_min 及び T_temp_max に基づいて絞り込みを行うことにより、容易に的確な設定温度を求めることが可能となる。

【0171】

このように最短目標波長 λ_targ_min 及び最長目標波長 λ_targ_max に関する設定値を保存した後、測定制御用コンピュータ5は、同一のLDモジュール11に関して未チューニングの目標波長 λ_targ が存在する可否かを判定する（ステップS315）。

【0172】

この判定の結果、未チューニングの λ_targ が存在する場合（ステップS315のYes）、測定制御用コンピュータ5は、ステップS316に移行して次の λ_targ を対象としてセットする。その後、測定制御用コンピュータ5は、ステップS312に帰還して、同様に設定値を生成して、これを所定のファイルに保存する。また、未チューニングの λ_targ が存在しない場合（ステップS315のNo）、測定制御用コンピュータ5は、処理を終了する。

【0173】

以上のように動作することで、1つのLDモジュール11に異なる波長のレーザー光を出力させるための設定値を単一のパワーで生成することが可能となる。また、このように生成された設定値は、第1の実施形態と同様に、例えば図11に示すWDM波長ロック条件メモリ16に格納される。但し、この際のLDモジュール11.1～11.nは波長可変なLDモジュール11として機能する。また、他の構成は上記した第1の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0174】

〔他の実施形態〕

以上、説明した実施形態は本発明の好適な一実施形態にすぎず、本発明はその趣旨を逸脱しない限り種々変形して実施可能である。

【0175】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、予め格納された設定値に基づいてレーザー光出力手段の温度及び出力強度を制御するため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑えることができる。即ち、従来固定であった出力強度を出力強度条件であるパワー可変範囲において任意に制御できるため、従来不良品とされていたLDモジュールも使用することが可能となり、結果として光通信モジュールの歩留りが向上される。また、本発明によれば、波長可変なLDモジュールを含む光通信モジュールの歩留りも向上させることが可能となる。更にまた、本発明によれば、多波長レーザー出力の光通信モジュールの歩留りも向上させることが可能となる。

【0176】

また、本発明によれば、予め格納された設定値に基づいてレーザー光出力手段の温度及び出力強度を制御するため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑える波長ロッカーモジュールを提供することができる。即ち、従来固定であった出力強度を出力強度条件であるパワー可変範囲において任意に制御できるため、従来不良品とされていたLDモジュールも使用することが可能となり、結果として光通信モジュールの歩留りが向上される。

【0177】

また、本発明によれば、出力強度条件であるパワー可変範囲においてレーザ光出力手段の出力強度を任意に制御するための設定値を生成できるため、光通信モジュールの歩留りの低下を抑えることができる。

【0178】

更に本発明によれば、以上で説明したように、所定波長を維持し且つ所定の温度条件及び所定の出力強度条件を満足する範囲の中心で制御されるように設定値を決定するため、レーザ光出力手段の動作の信頼性を最大限に高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

一般的な波長チューニングによりLDモジュール11の設定値を生成する際に用いられる測定系の構成を示すブロック図である。

【図2】

図1に示す測定制御用コンピュータ120による処理を示すフローチャートである。

【図3】

図2のフローチャートにより決定される設定値を説明するための図である。

【図4】

本発明により決定される設定値の概略を説明するための図である。

【図5】

本発明の第1の実施形態による波長チューニングによりLDモジュール11の設定値を生成する際に用いられる測定系の構成を示すブロック図である。

【図6】

図5に示す測定制御用コンピュータ5による処理を示すフローチャートである(1)。

【図7】

図5に示す測定制御用コンピュータ5による処理を示すフローチャートである(2)。

【図 8】

図 5 に示す測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (3)。

【図 9】

図 5 に示す測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (4)。

【図 1 0】

図 2 ～図 9 のフローチャートにより決定される設定値を説明するための図である。

【図 1 1】

本発明の第 1 の実施形態による多波長レーザ出力の光通信モジュールの構成を示すブロック図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 の実施形態の概略を説明するための図である。

【図 1 3】

本発明の第 2 の実施形態により決定される設定値を説明するための図である。

【図 1 4】

本発明の第 2 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (1)。

【図 1 5】

本発明の第 2 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (2)。

【図 1 6】

本発明の第 3 の実施形態の概略を説明するための図である。

【図 1 7】

本発明の第 3 の実施形態により決定される設定値を説明するための図である。

【図 1 8】

本発明の第 3 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (1)。

【図 1 9】

本発明の第 3 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (2)。

【図 2 0】

本発明の第 3 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (3)。

【図 2 1】

本発明の第 3 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (4)。

【図 2 2】

本発明の第 3 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (5)。

【図 2 3】

本発明の第 3 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (6)。

【図 2 4】

本発明の第 3 の実施形態における測定制御用コンピュータ 5 による処理を示すフローチャートである (7)。

【符号の説明】

- 1、1' 設定範囲
- 2 使用範囲
- 5 測定制御用コンピュータ
- 1 0、1 0. 1 ~ 1 0. n LD ドライバ
- 1 0 a APC 制御系
- 1 0 a 1 APC 制御回路
- 1 0 a 2 パワーモニタ回路
- 1 0 a 3 レーザドライブ回路
- 1 0 b ATC 制御系
- 1 0 b 1 ATC / AFC 制御回路

- 10b2 温度センサモニタ回路
- 10b3 波長ロック信号モニタ回路
- 10b4 温度コントローラドライブ回路
- 11、11.1～11.n LDモジュール
- 12.1～12.n LN変調器
- 13 MUX (N:1)
- 14 光ファイバ
- 15 WDM通信処理メインプロセッサ
- 16 WDM波長ロック条件メモリ (ROM)
- 17 信号バスライン

- 101 波長電流モニタ電源
- 102 レーザAPC電源モニタ装置
- 103 レーザ温度コントロールモニタ装置
- 104 光波長測定器
- 105 光パワー測定器
- 110 測定機器制御用GPIB

K1、H11～K14、K_max、K_min 最適点

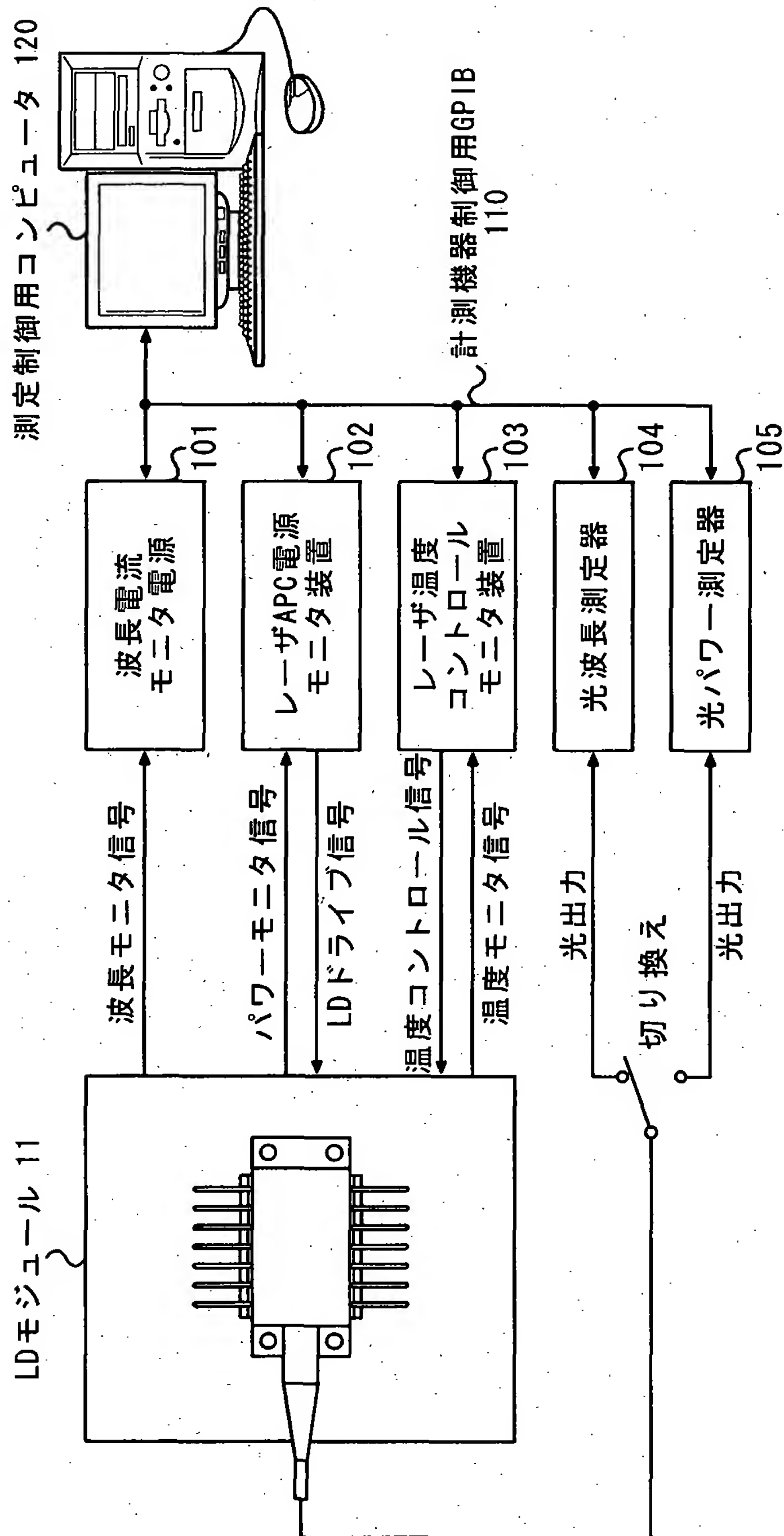
P_suit、P_suit_Cent パワー最適点

T_temp、T_temp_min、T_temp_max 最適温度

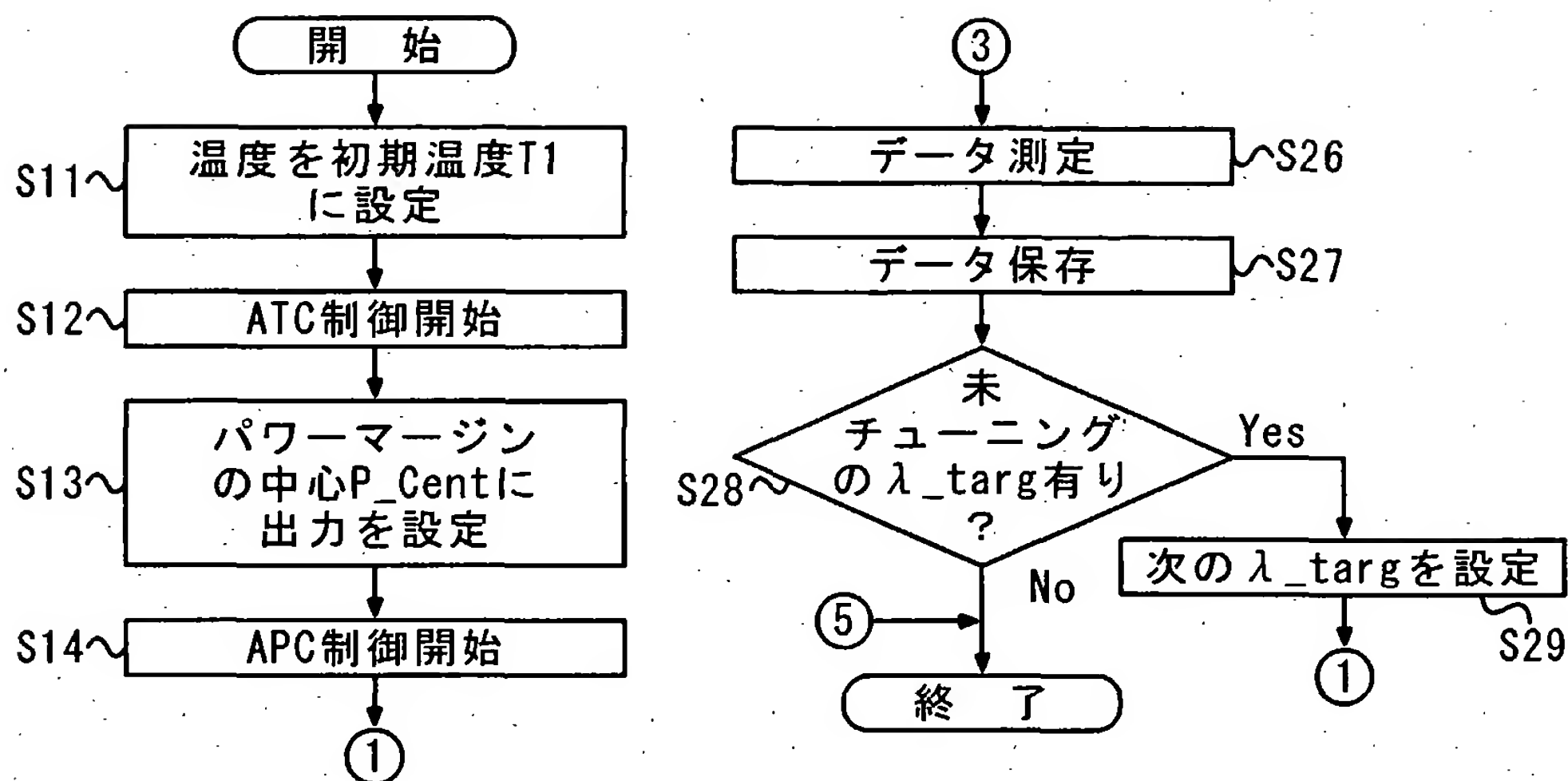
【書類名】

図面

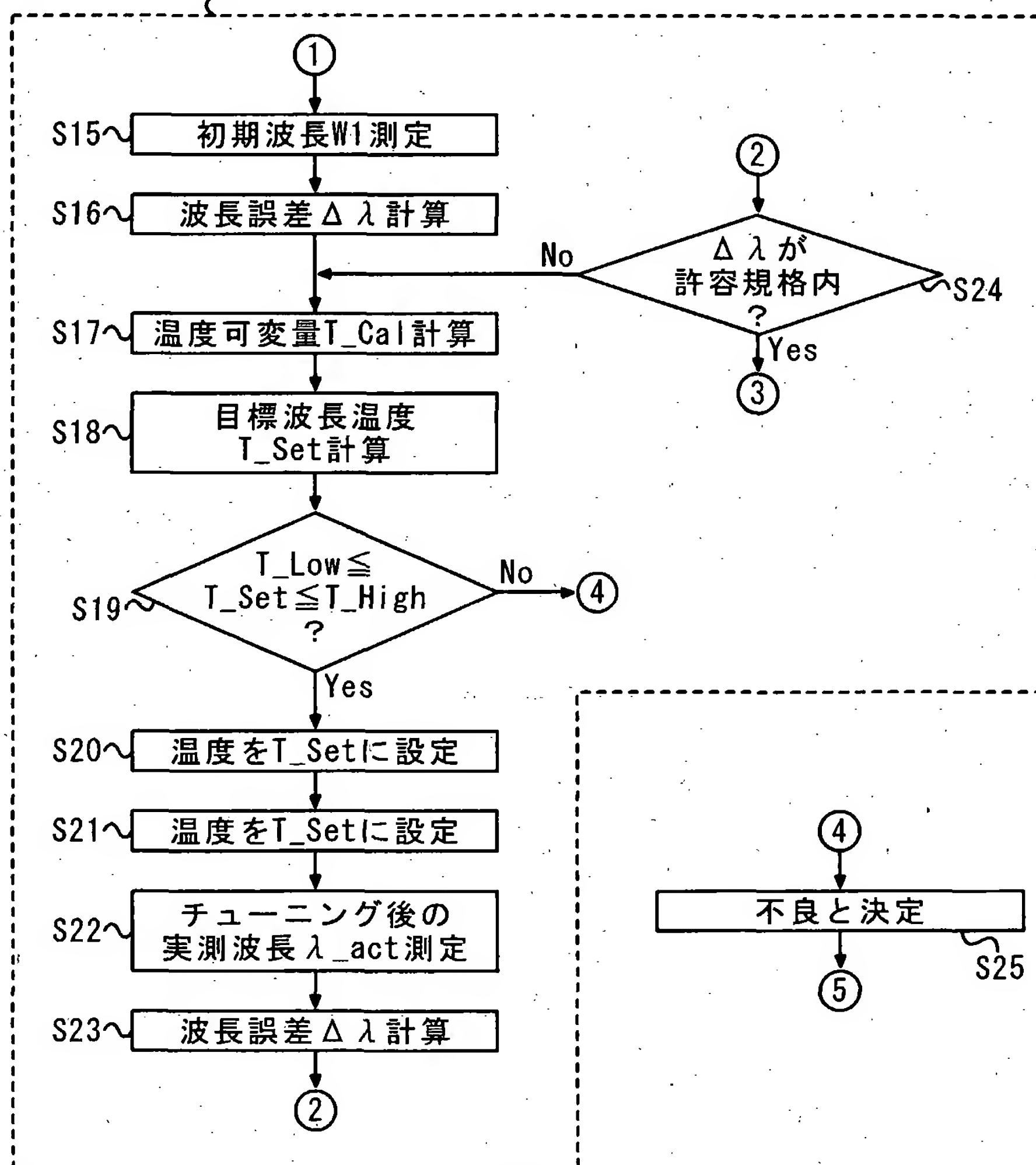
【図1】



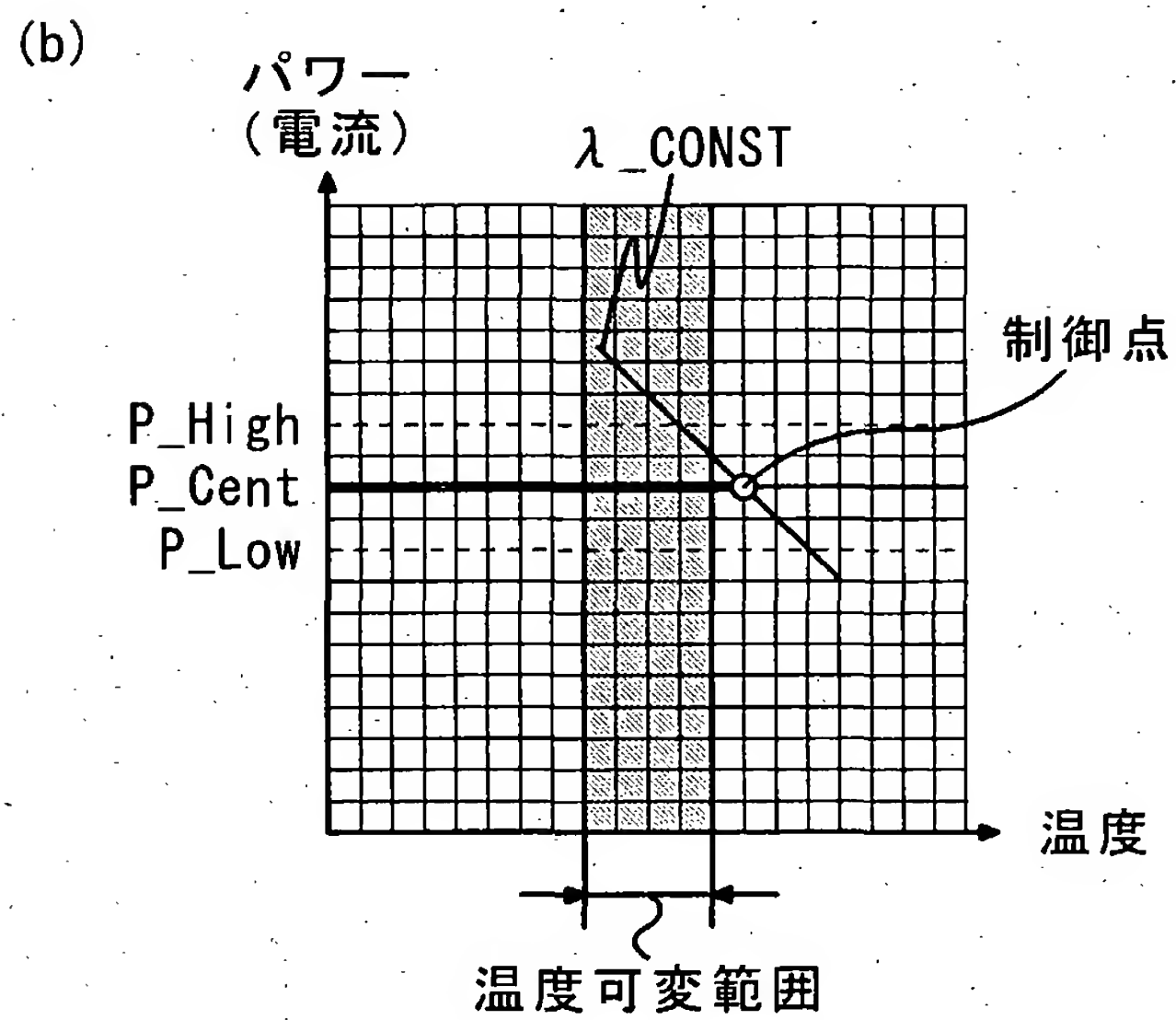
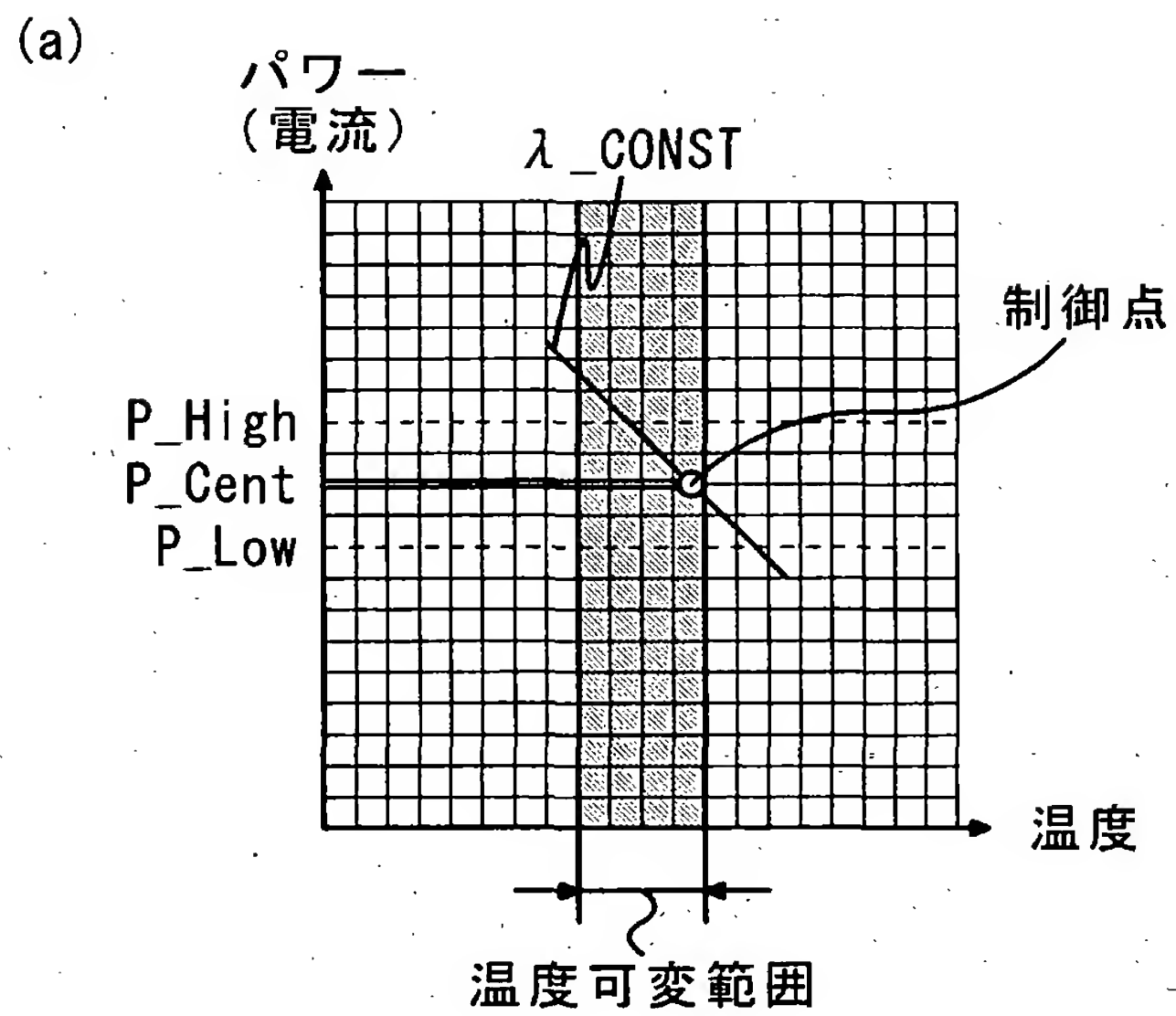
【図 2】



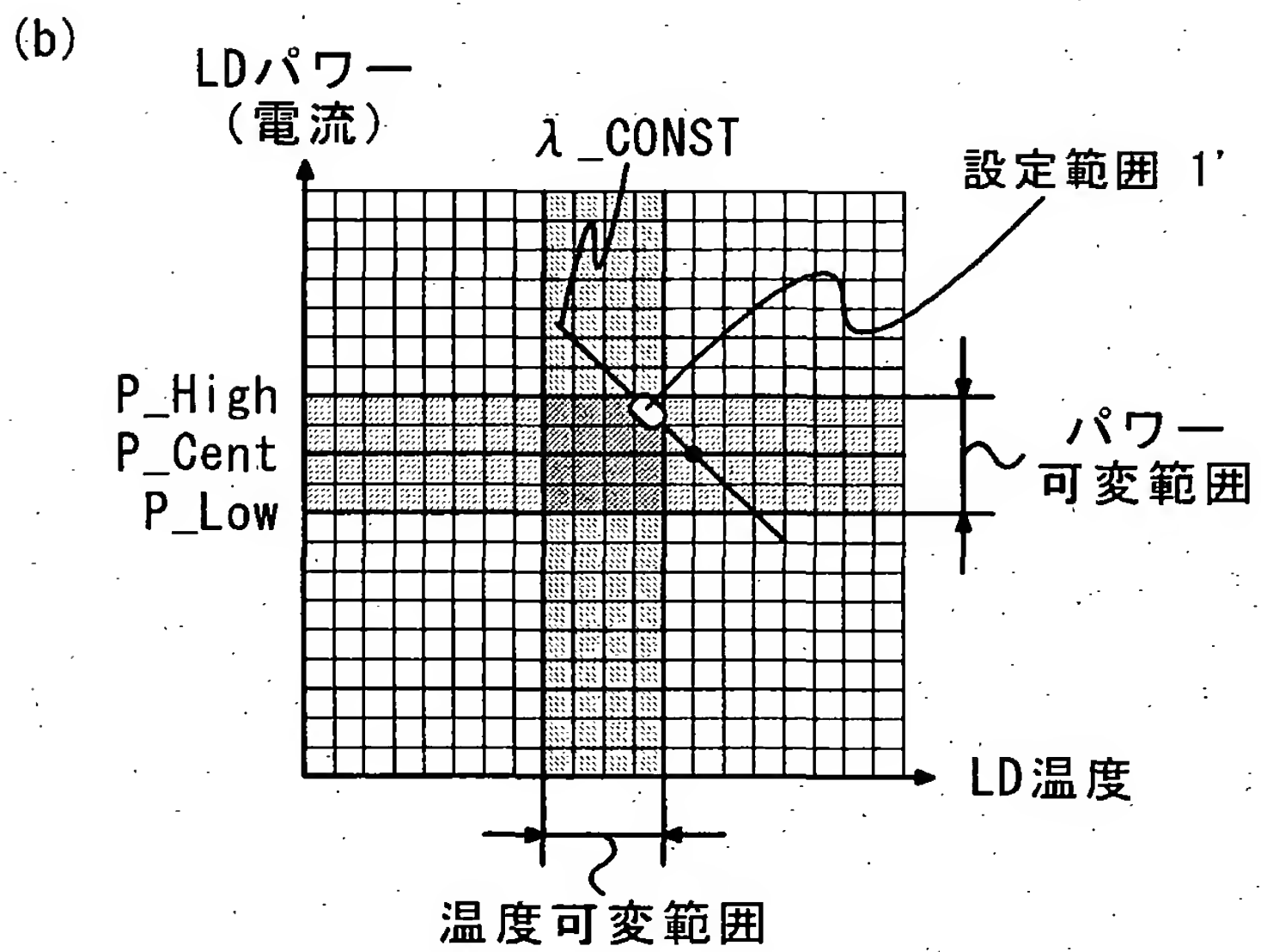
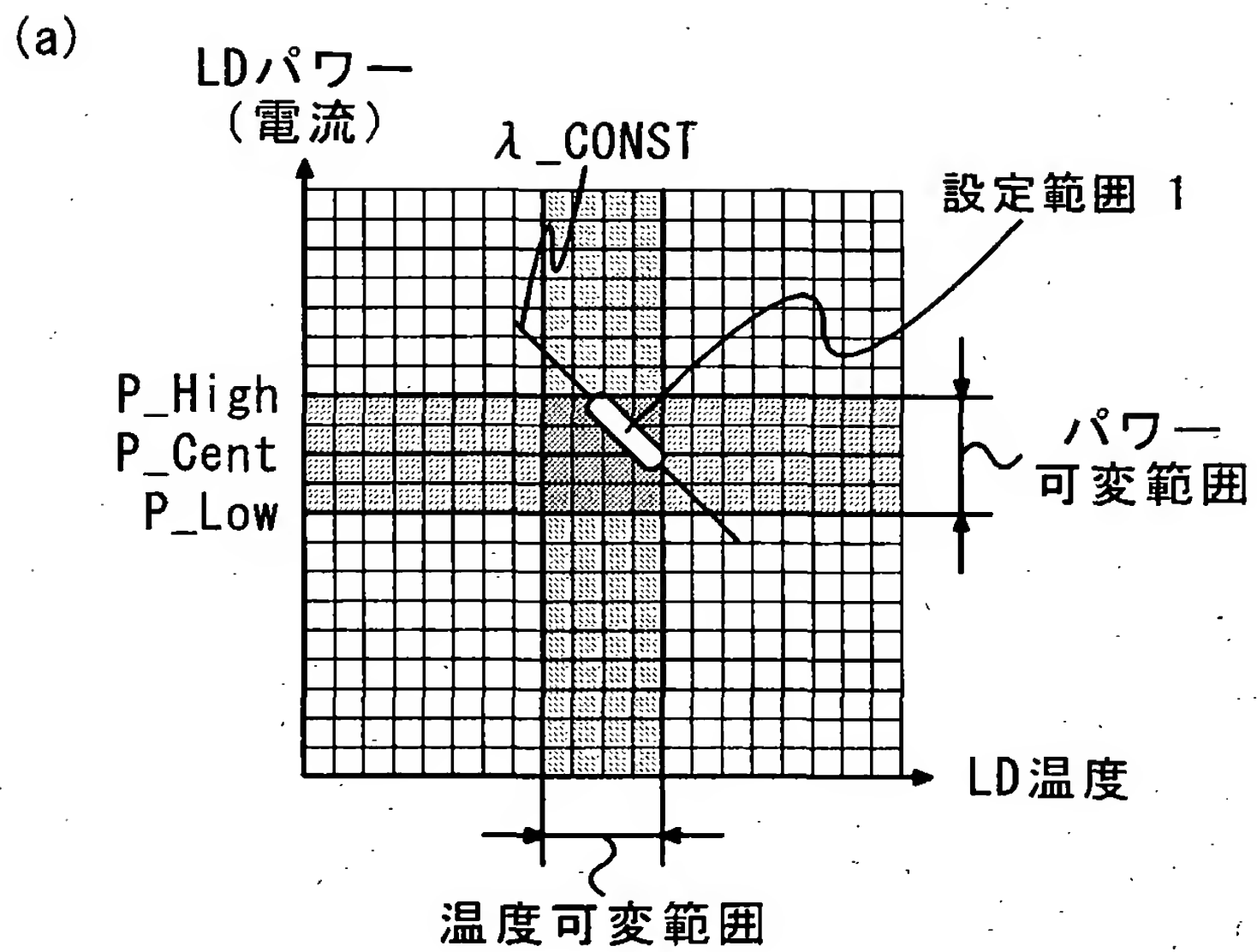
波長チューニングルーチン 1



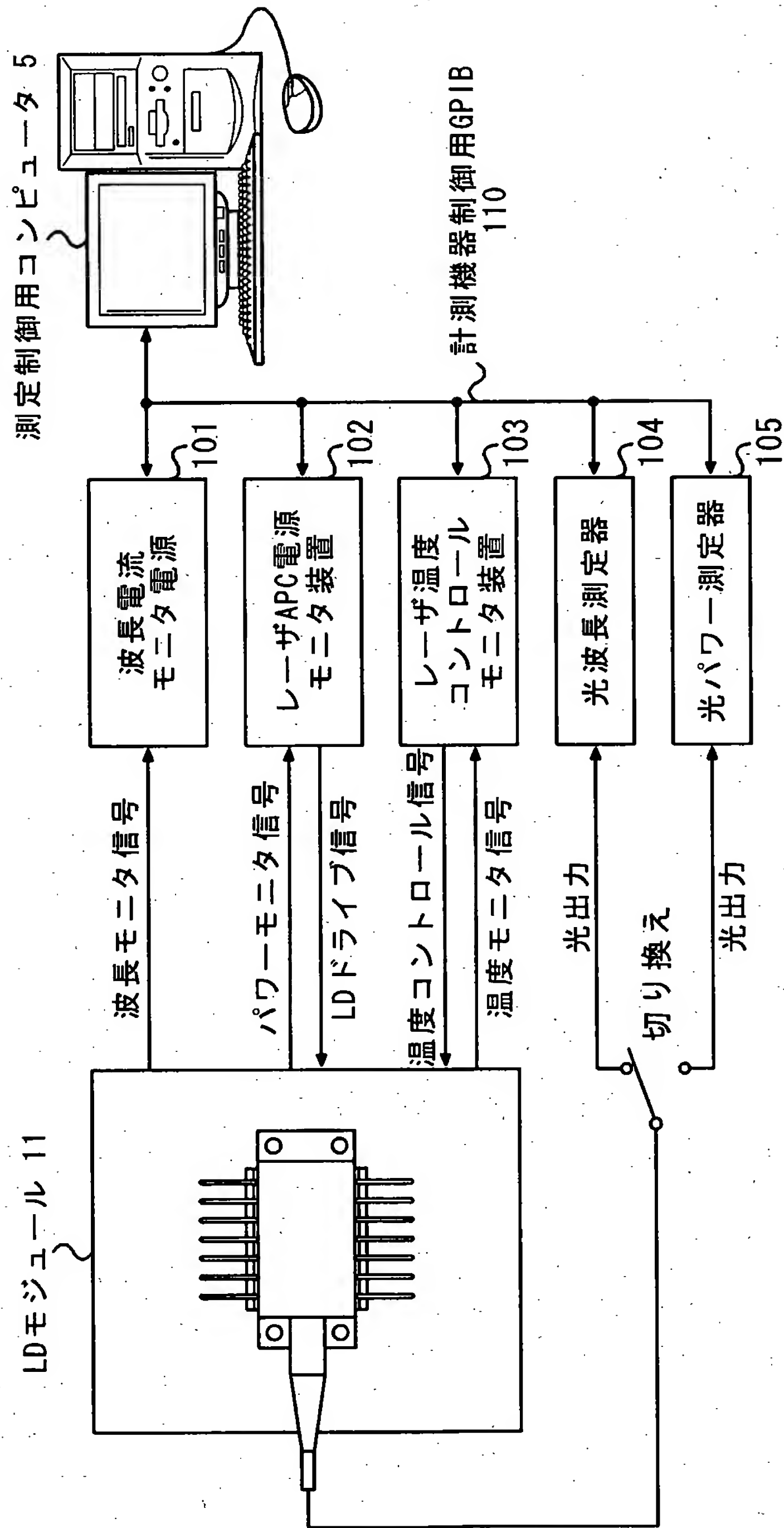
【図 3】



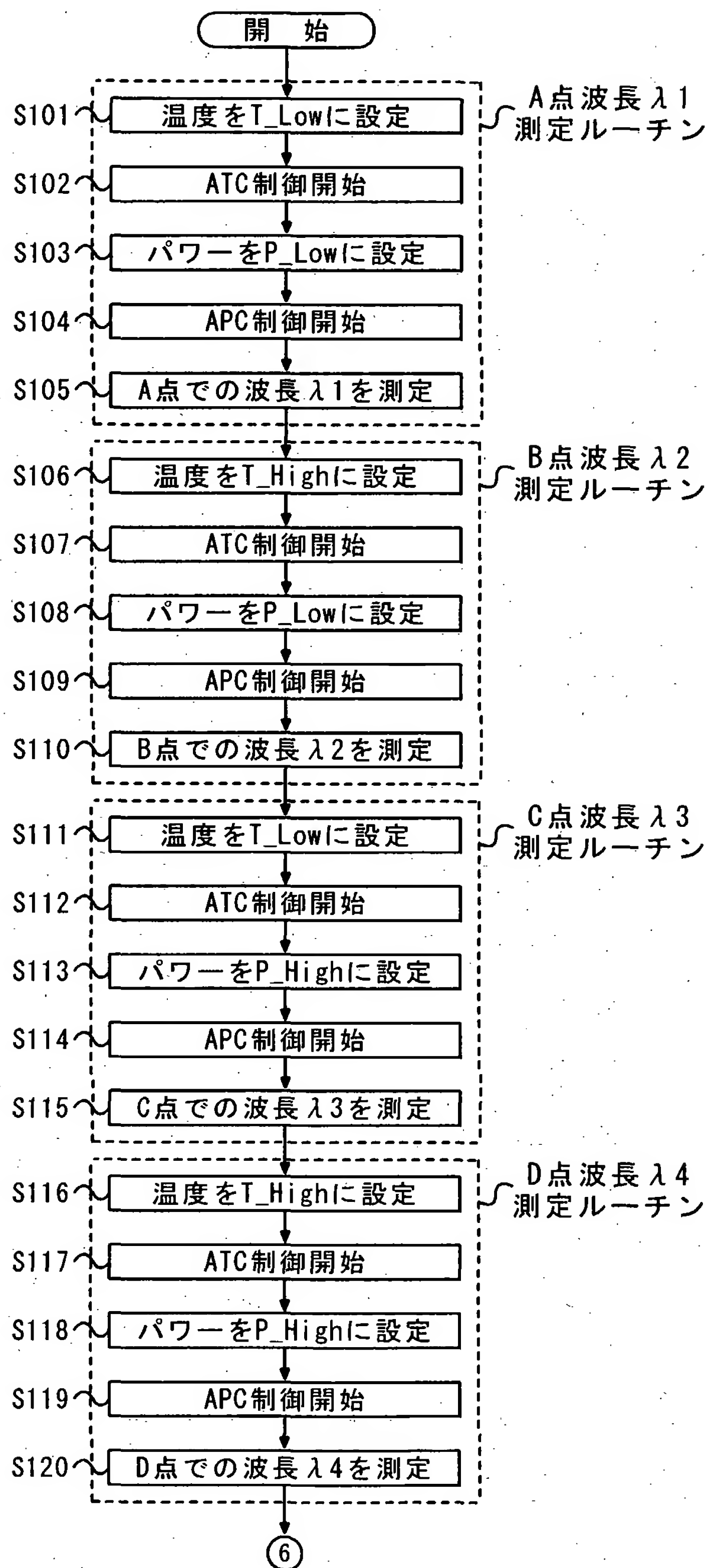
【図 4】



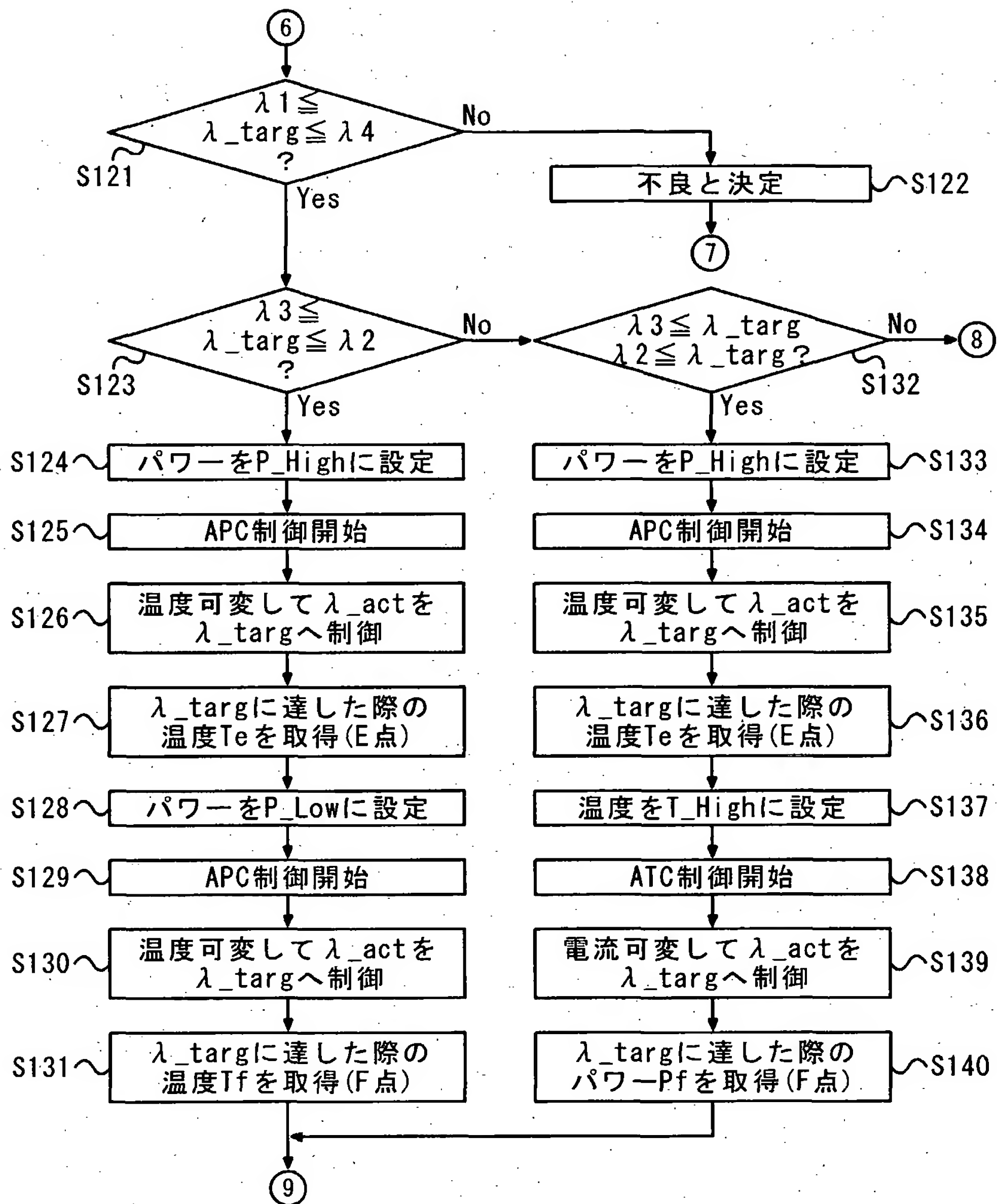
【図 5】



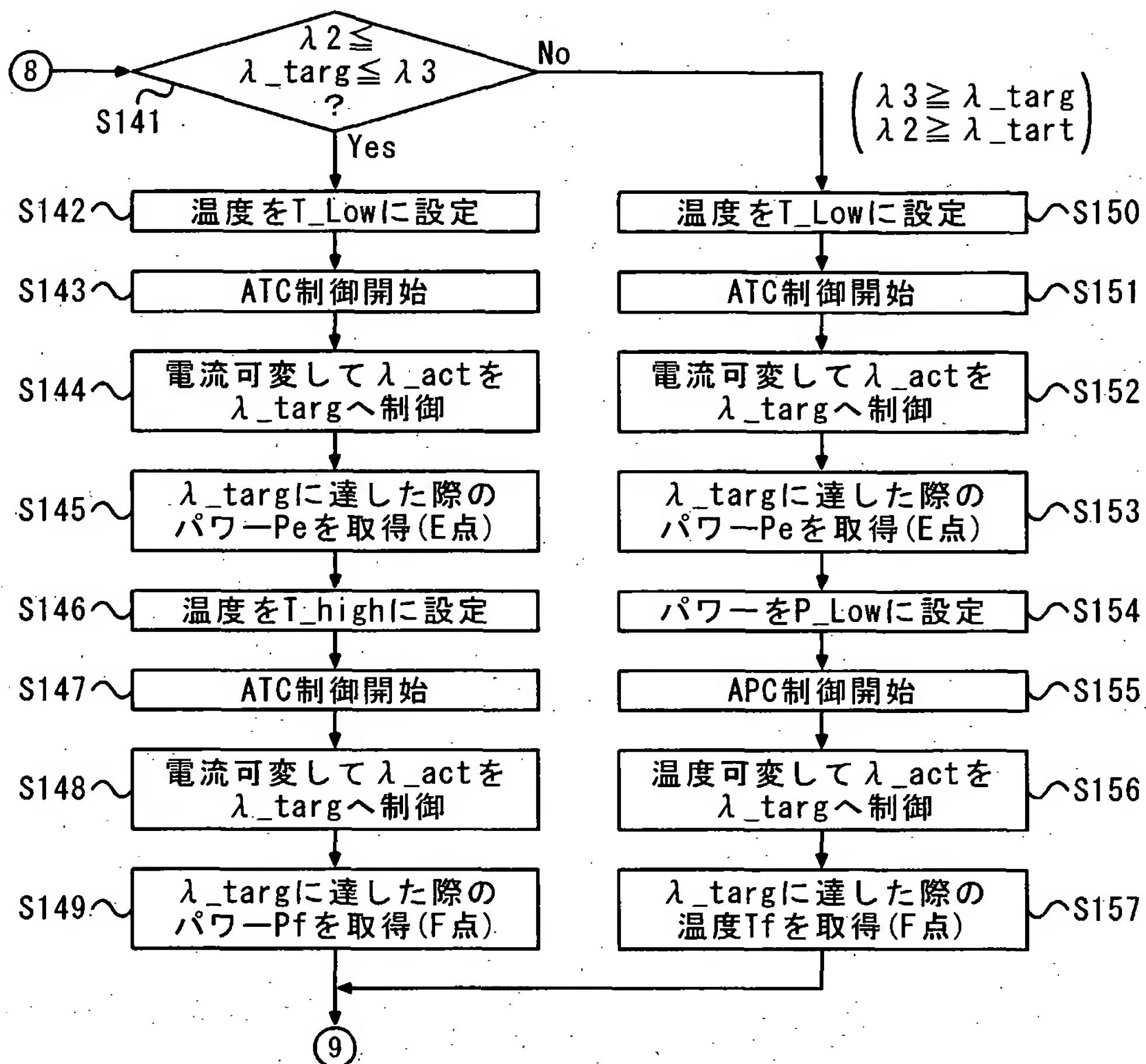
【図6】



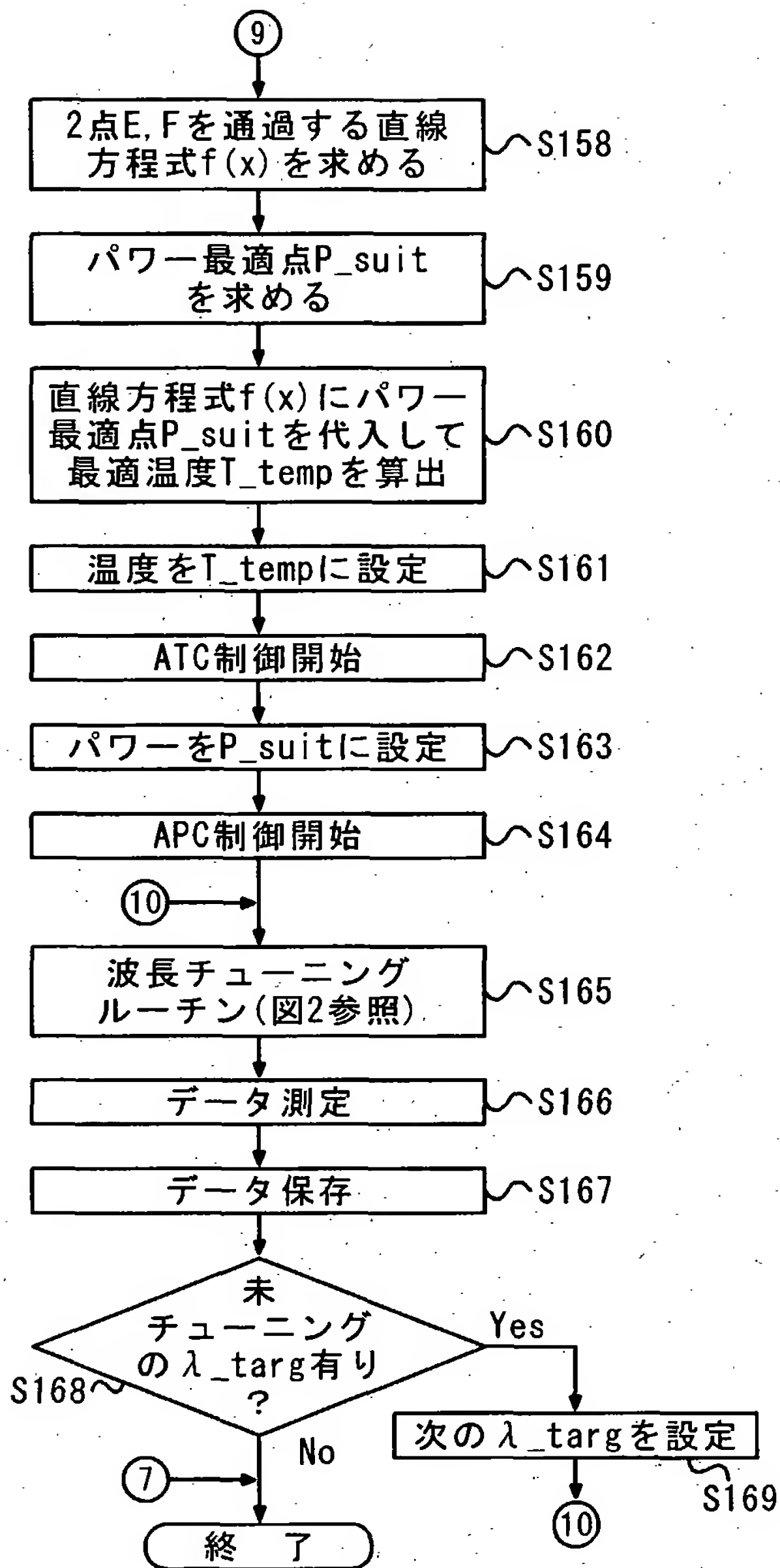
【図 7】



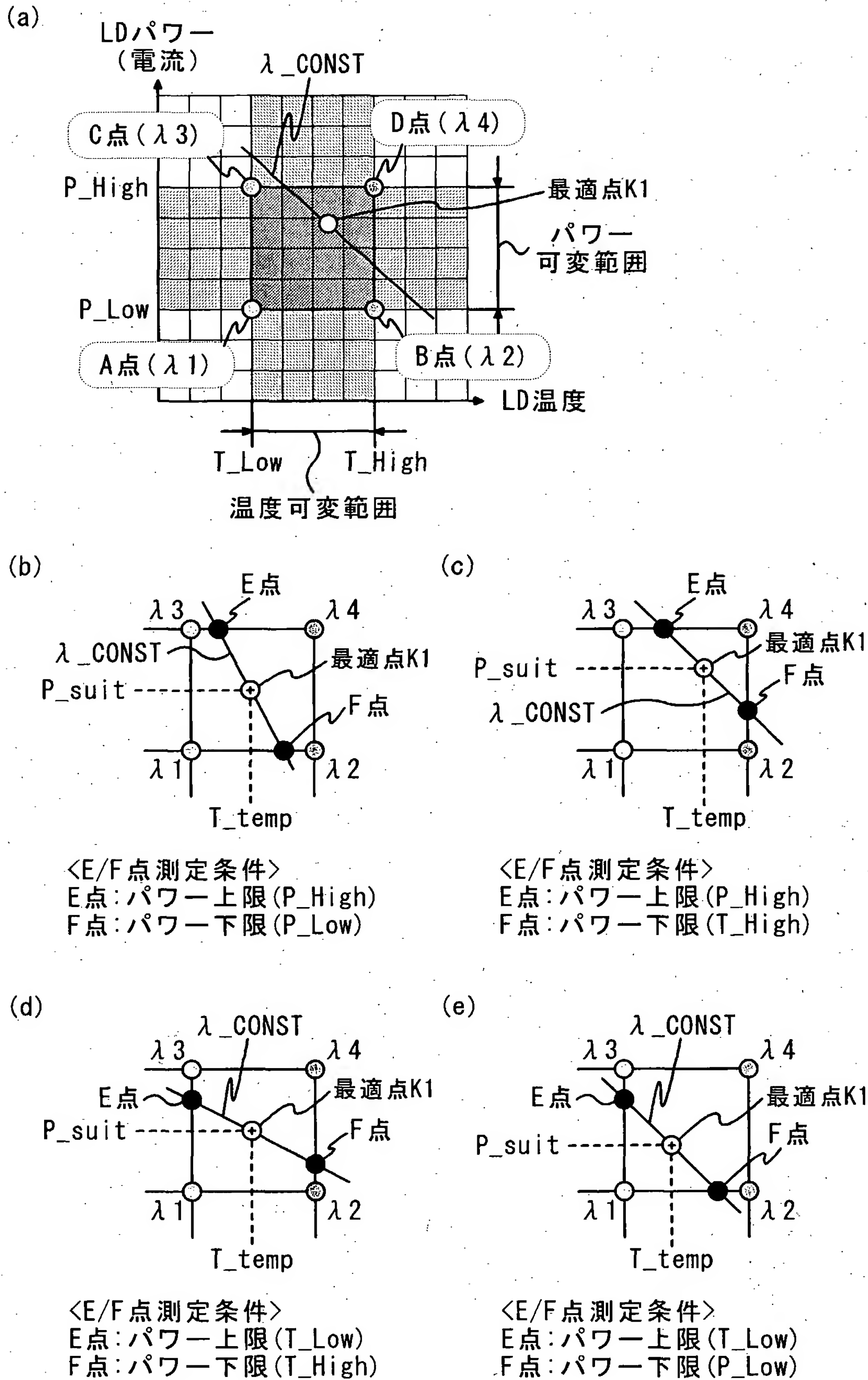
【図 8】



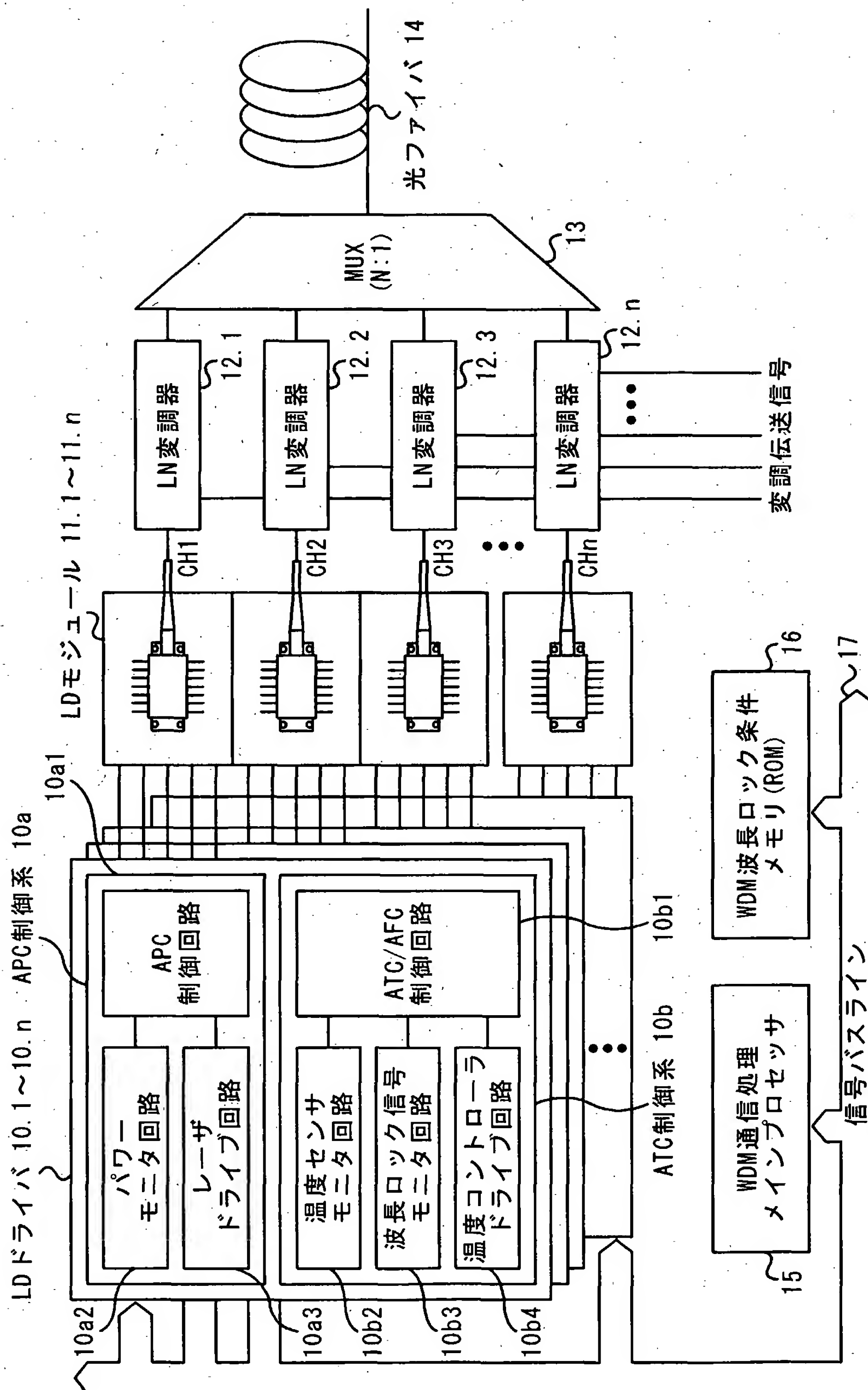
【図 9】



【図10】

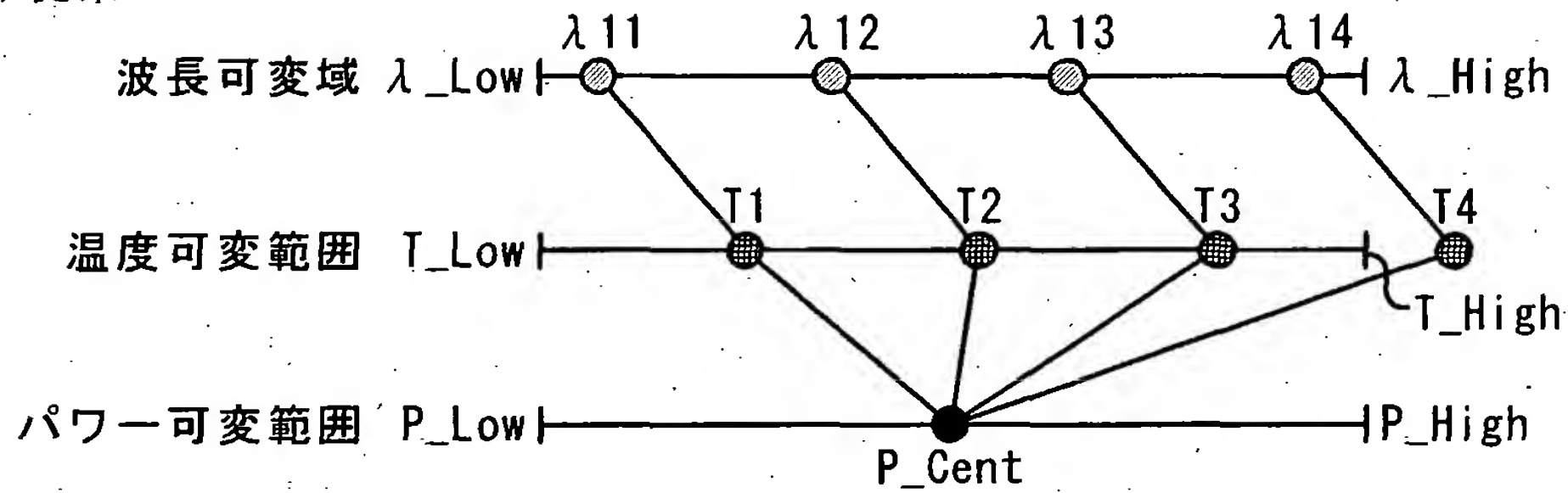


【図 1 1】

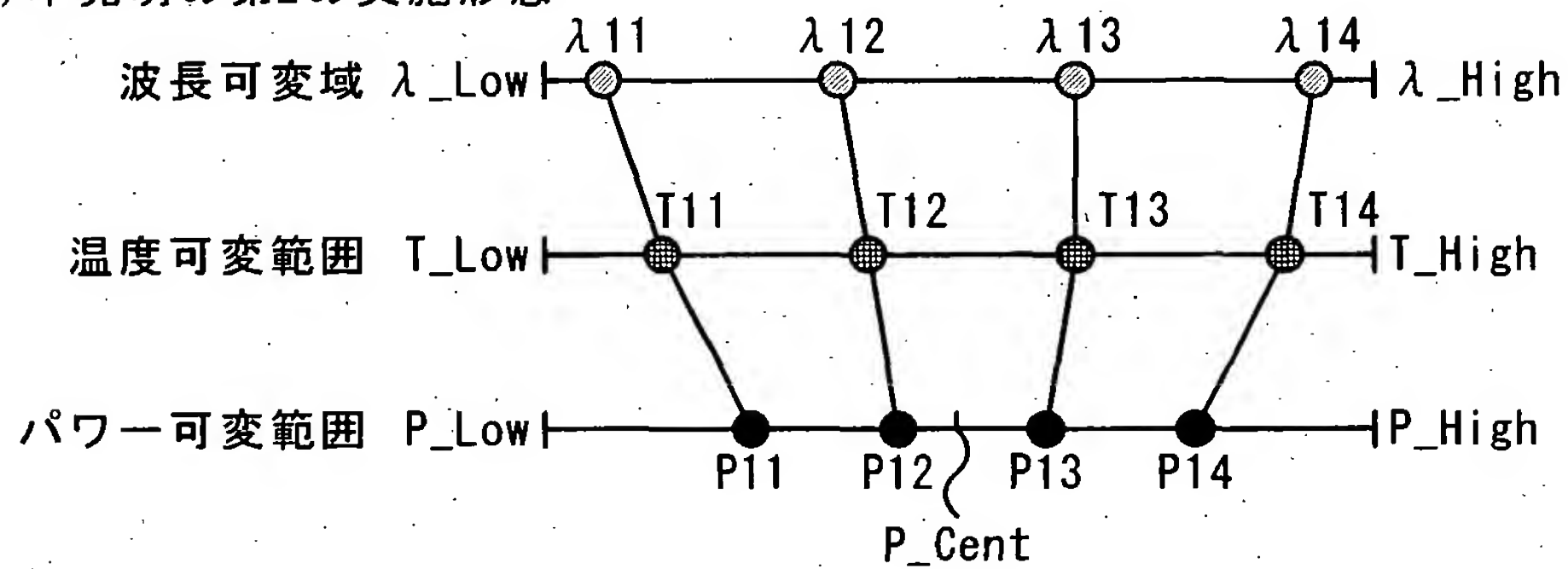


【図12】

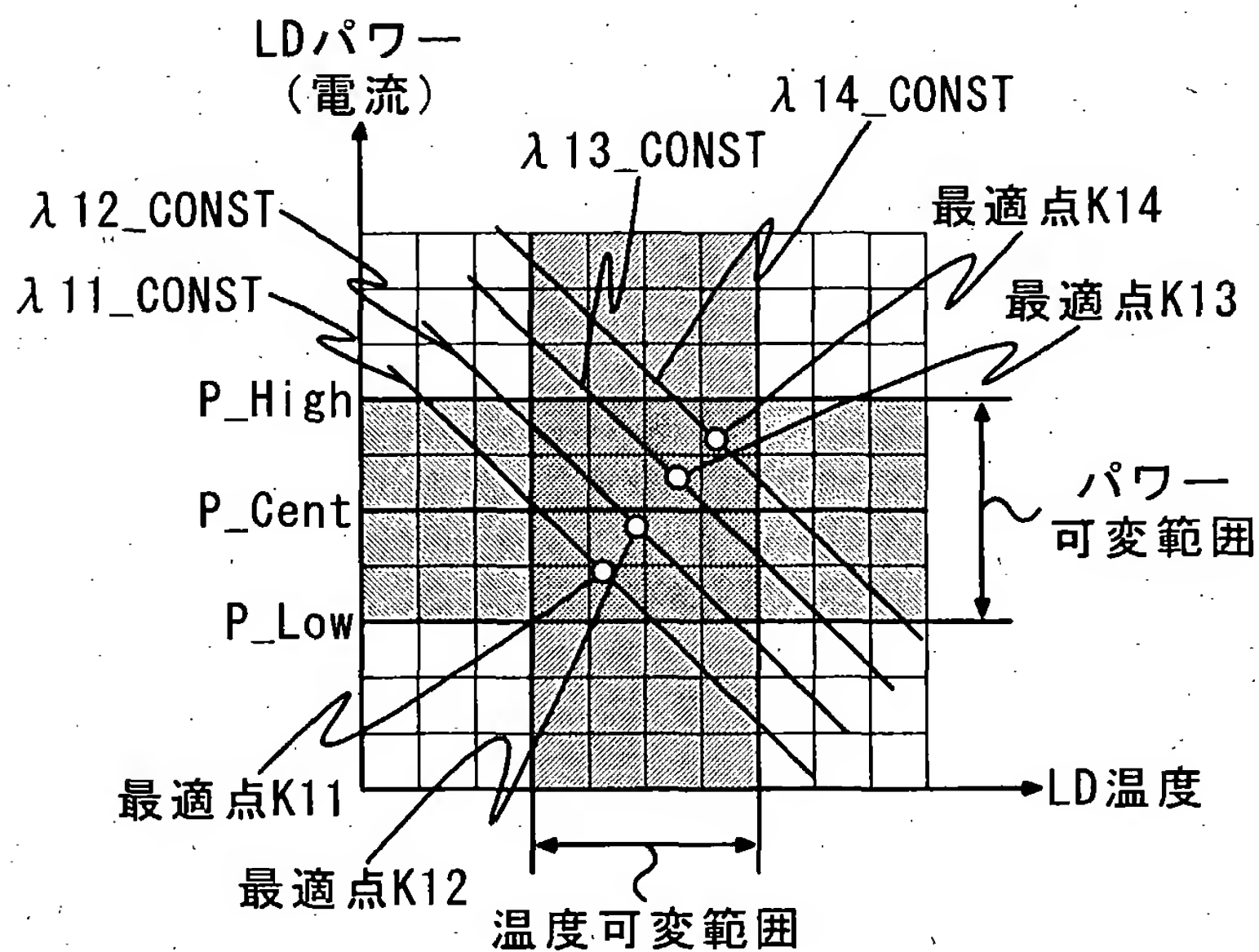
(a) 従来



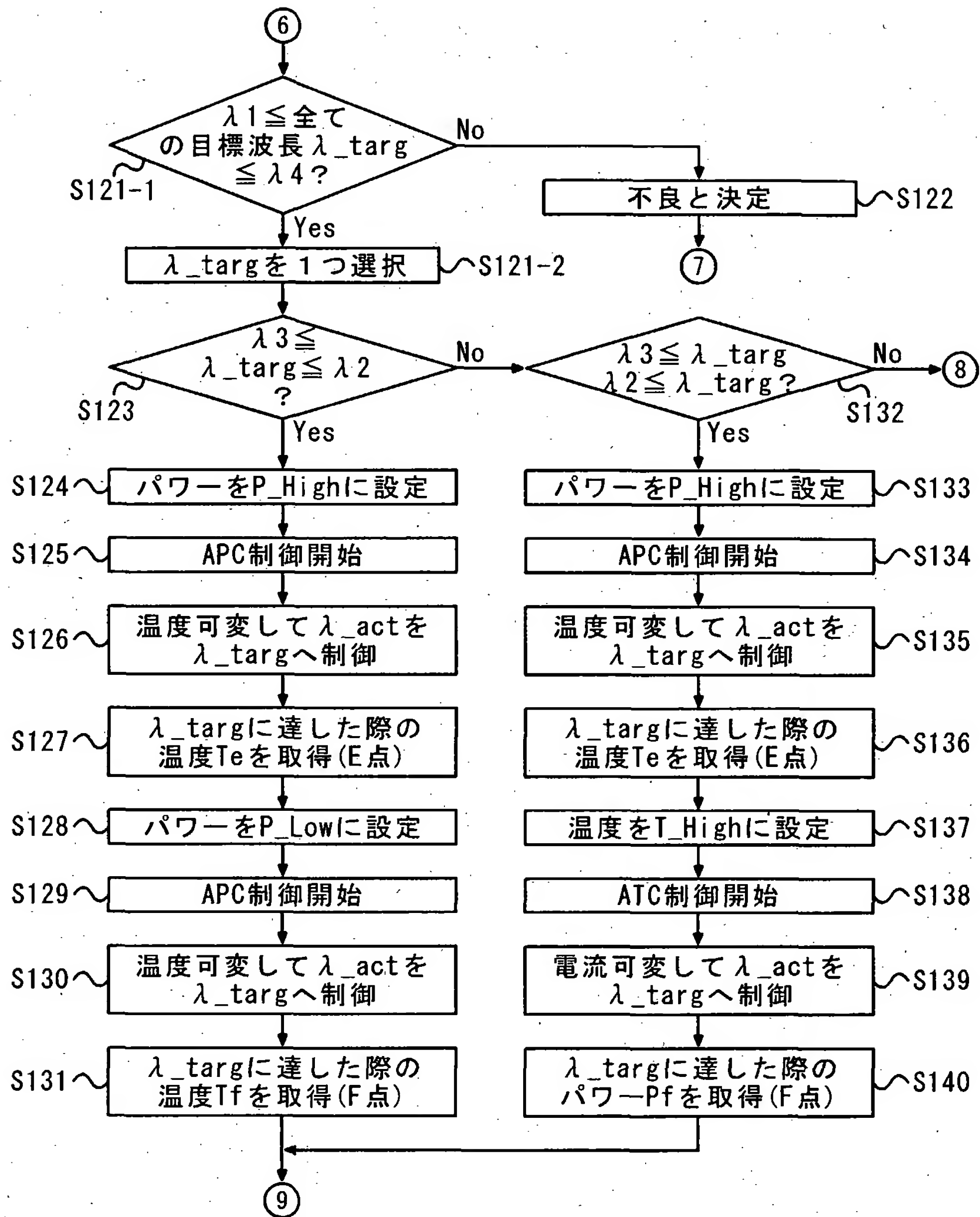
(b) 本発明の第2の実施形態



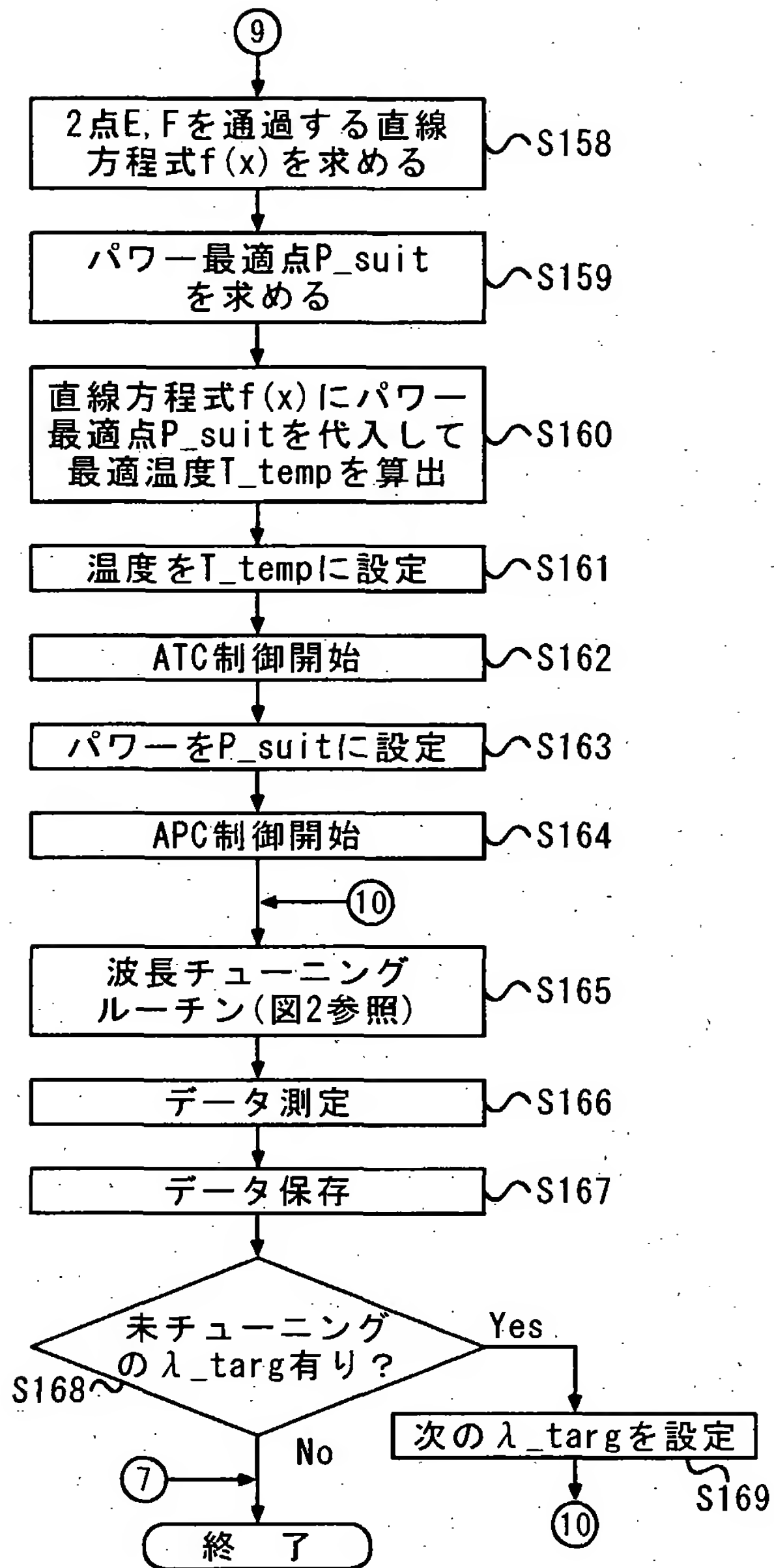
【図13】



【図14】

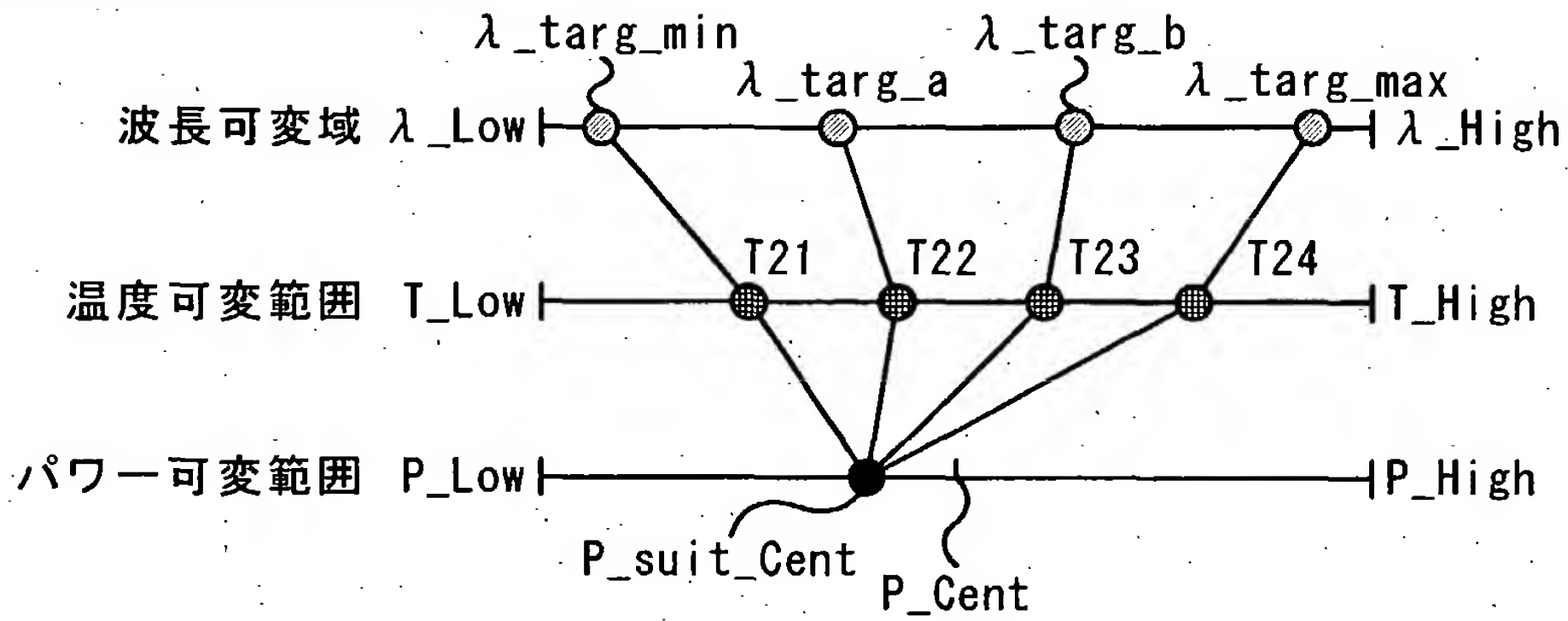


【図 15】

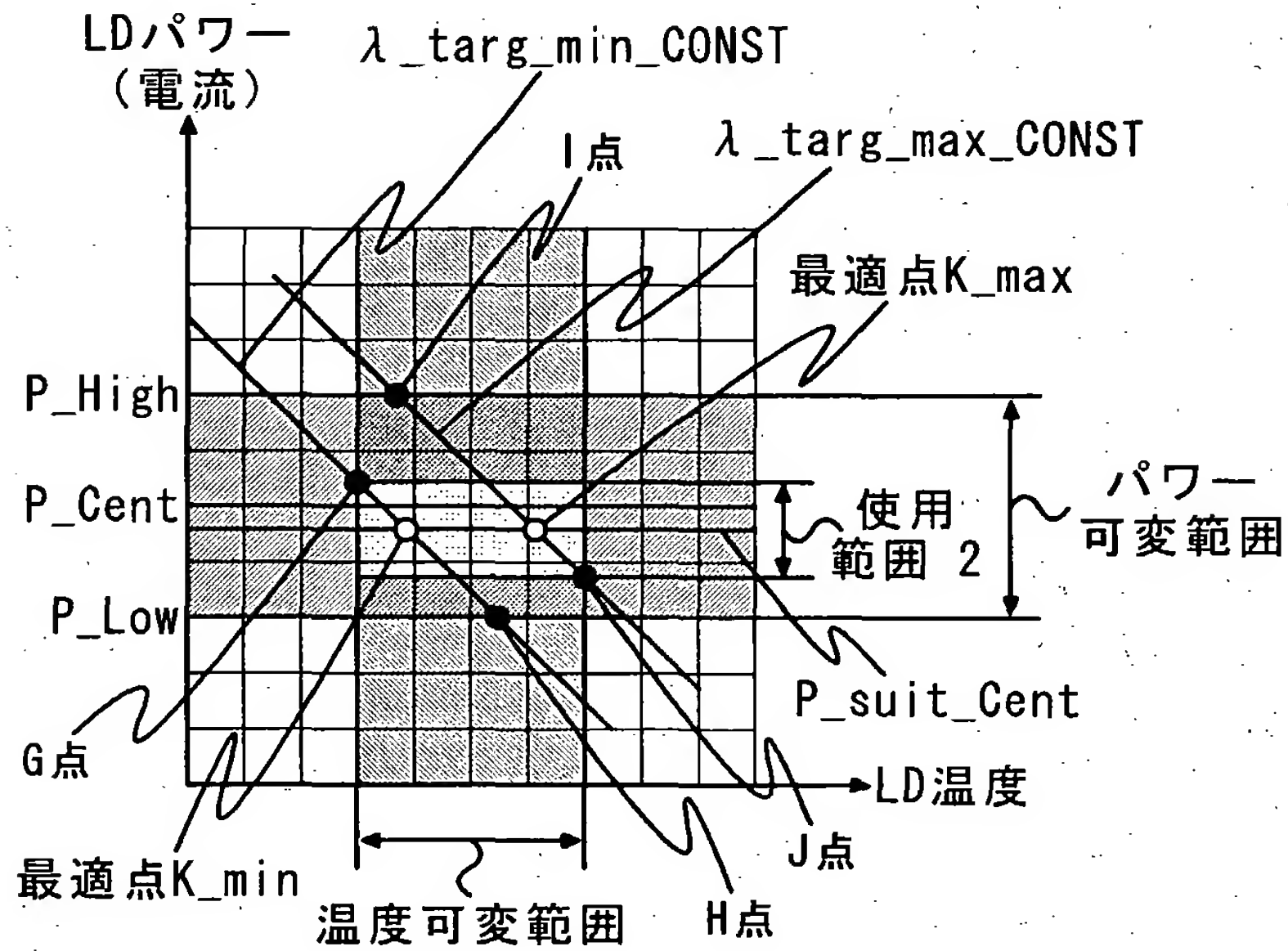


【図16】

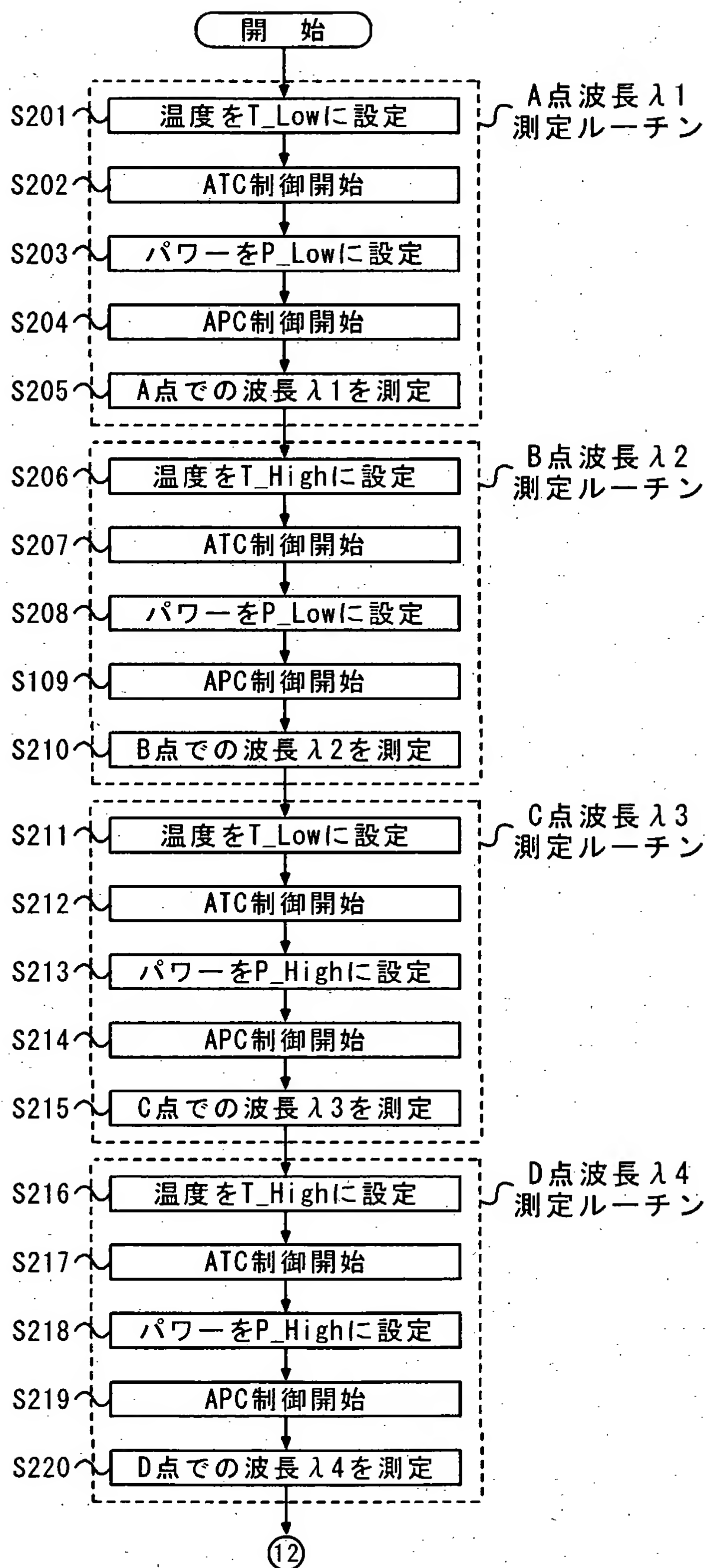
本発明の第3の実施形態



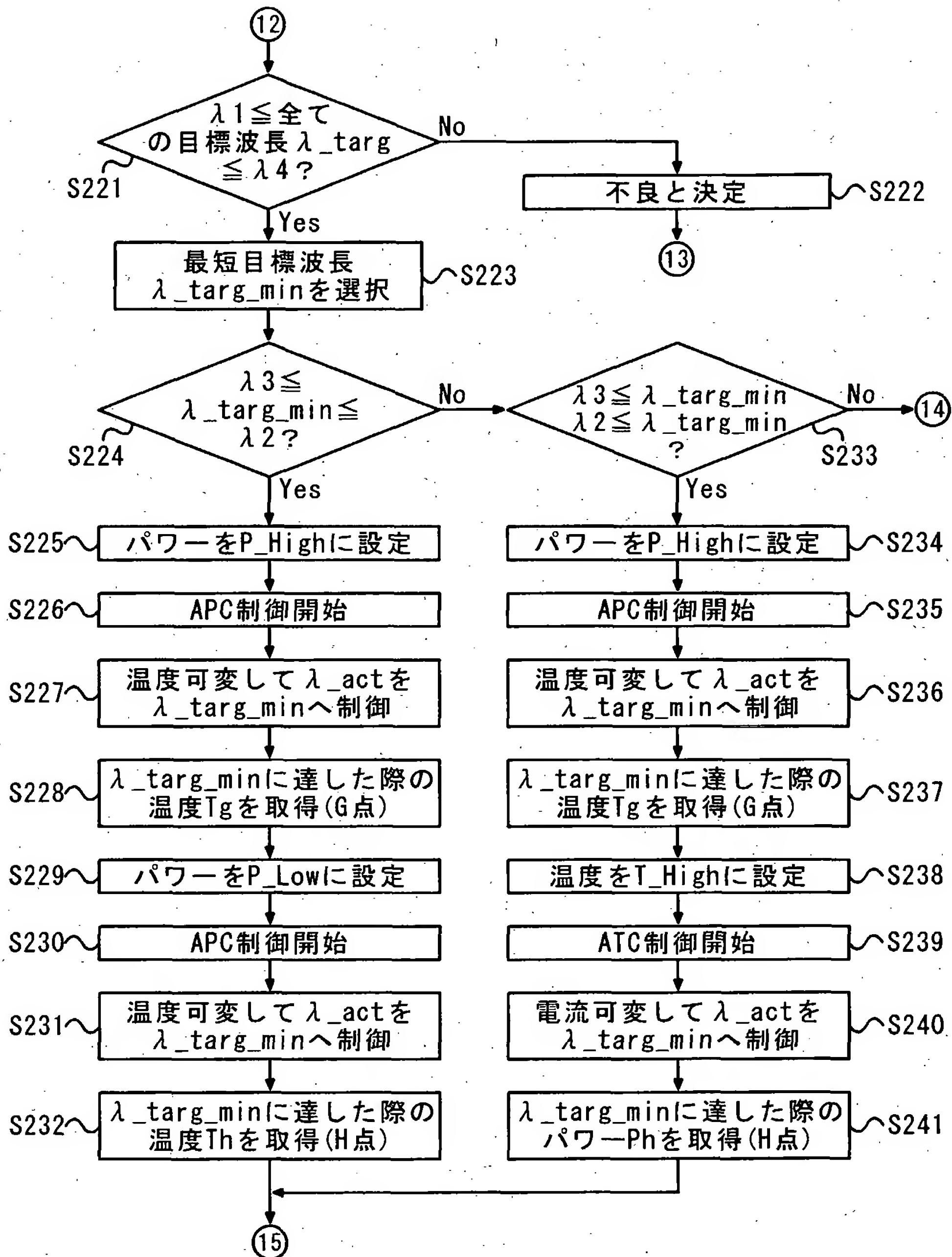
【図17】



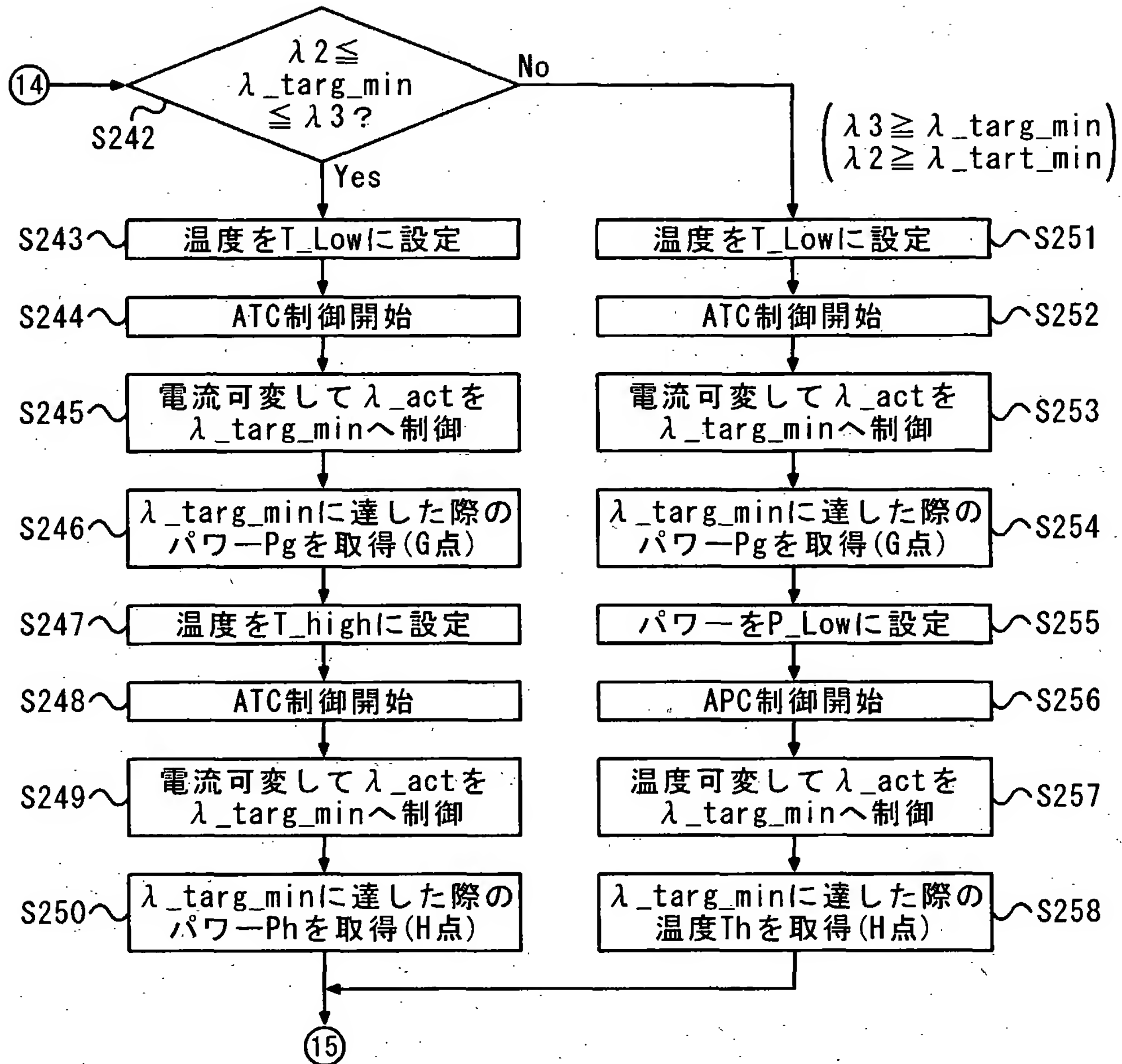
【図 1 8】



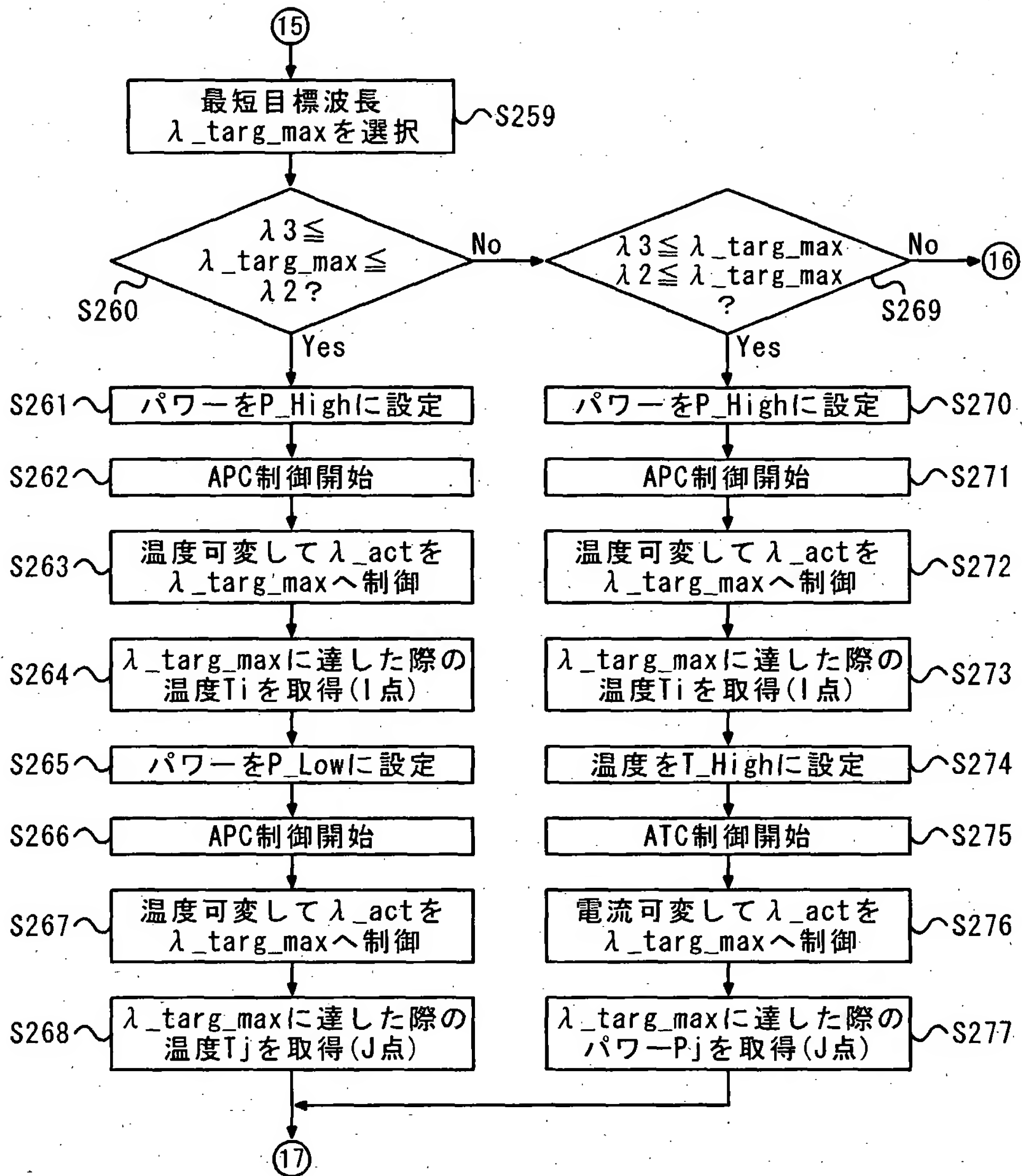
【図19】



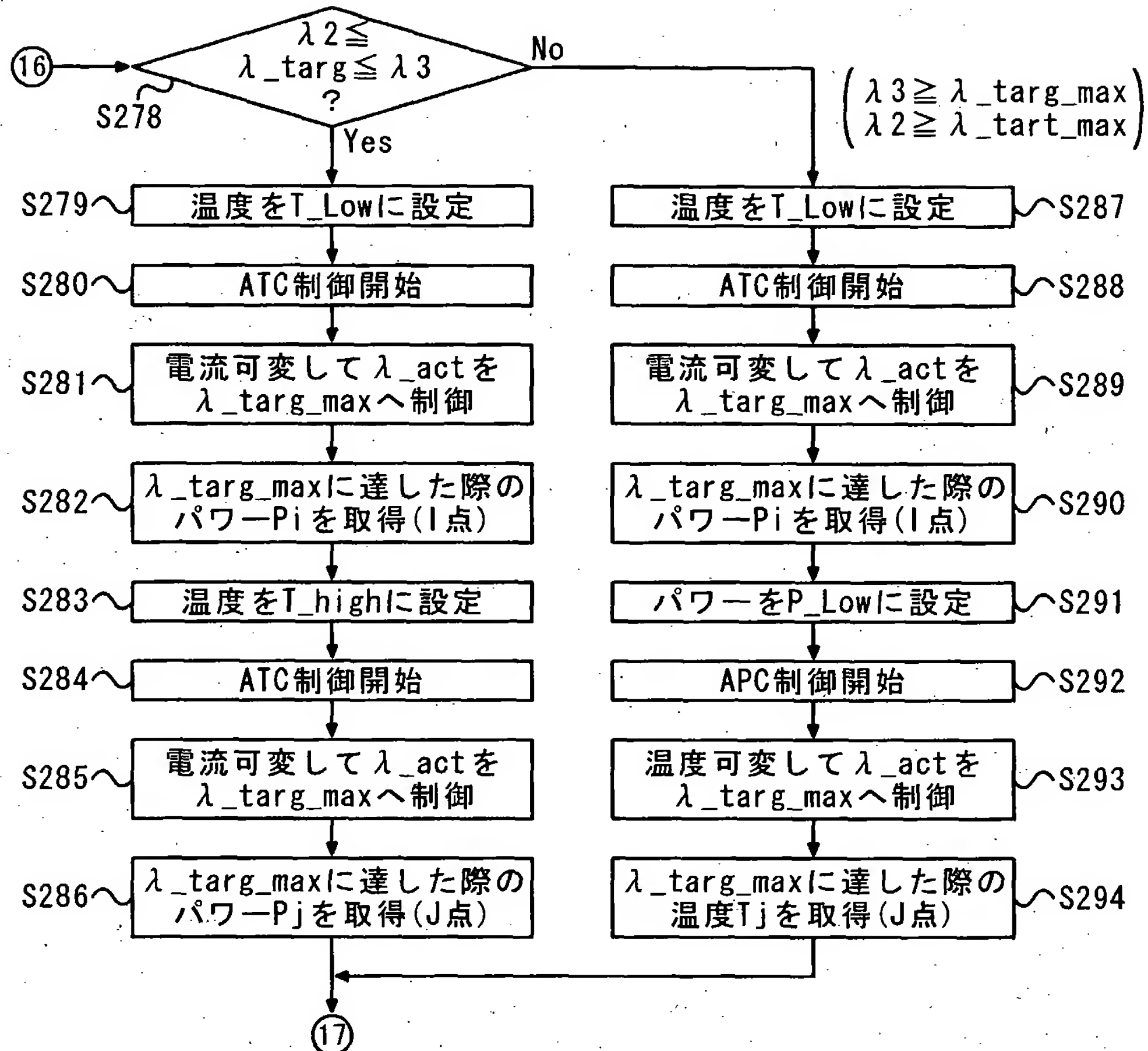
【図 20】



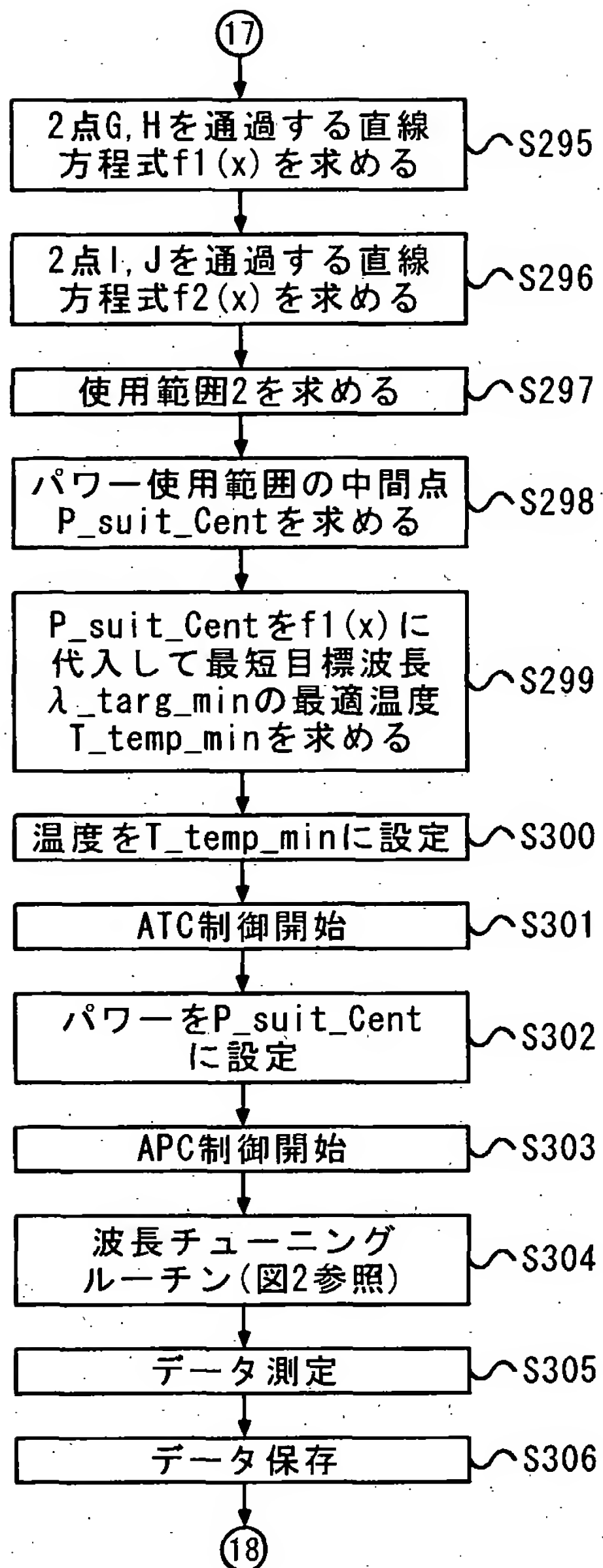
【図 2 1】



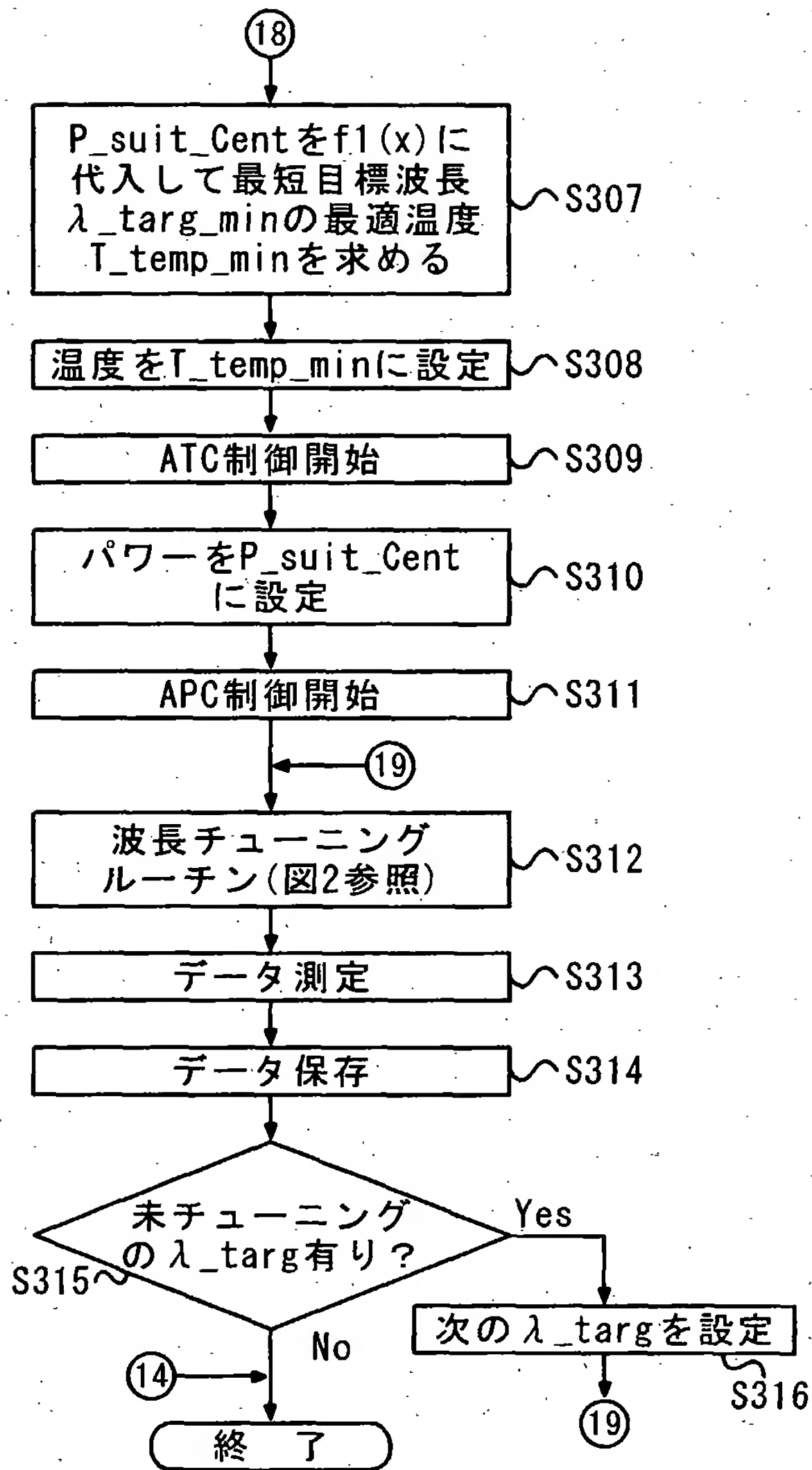
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パワー可変範囲と温度可変範囲とを満足する任意の値を設定値とすることで、歩留りの低下を回避できる光通信モジュール、波長ロッカーモジュールを提供する。また、上記の光通信モジュール、波長ロッカーモジュールを実現するための設定値取得装置及び設定値取得方法、並びにそのプログラム及びそのプログラムを記録した記録媒体を提供する。

【解決手段】 レーザモジュールの温度依存性及び出力強度依存性に応じた設定値に基づいて、レーザモジュールの温度及び出力強度を制御するように構成する。これにより、図4（a）に示すように、レーザモジュールの制御範囲が1点でなく線分（設定範囲）となる。このため、図4（b）に示すように、パワーの設定値であるP_Cent上でなくとも設定値を生成することが可能となる。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000154325]

1. 変更年月日 1992年 4月 6日

[変更理由] 名称変更

住 所 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原1000番地

氏 名 富士通カンタムデバイス株式会社